

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. E. v. Boguslawski

**Die Rübenblattdüngung unter
besonderer Berücksichtigung der Stickstoffwirkung
und der Stickstoffbilanz**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

eingereicht von
Habibollah Davari
M. S. Agr.
geboren in Teheran/Iran

Gießen 1971

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. E. v. Boguslawski

**Die Rübenblattdüngung unter
besonderer Berücksichtigung der Stickstoffwirkung
und der Stickstoffbilanz**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

eingereicht von
Habibollah Davari
M. S. Agr.
geboren in Teheran/Iran

Gießen 1971



Dekan:	Prof. Dr. Dr.h.c. E. v. Boguslawski
1. Berichterstatter	Prof. Dr. Dr.h.c. E. v. Boguslawski
2. Berichterstatter	Prof. Dr. N. Atanasiu

Tag der mündlichen Prüfung: 14. Dezember 1971

Meinen verehrten Eltern in steter Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. <u>Einleitung und Problemstellung</u>	1
2. <u>Versuchsanstellung und Untersuchungsmethodik</u>	6
1. Feldversuche	6
2. Gefäßversuche	12
3. Chemische Untersuchungen	19
3. <u>Standort und Witterung</u>	20
4. <u>Versuchsergebnisse zum Feldversuch</u>	22
4.1. Versuch Walzenberg a ₁ 1968/69 zu Wi-Weizen-1. Nachwirkung	22
4.1. 1. Ertragskomponenten und Erträge	22
2. Nährstoffaufnahme und Verwertung	27
3. Abbau des Rübenblattes im Boden	31
4. Befall mit Fußkrankheiten	31
4.2. Versuch Walzenberg a ₁ 1969/70 zu So-Gerste-2. Nachwirkung	33
4.2. 1. Ertragskomponenten und Erträge	33
2. Nährstoffaufnahme und Verwertung	37
3. Abbau des Rübenblattes im Boden	40
4. Befall mit Fußkrankheiten	40
4.3. Versuch Rainacker a ₁ 1969/70 zu Wi-Weizen-1. Nachwirkung	40
4.3. 1. Ertragskomponenten und Erträge	40
2. Nährstoffaufnahme und Verwertung	46
3. Abbau des Rübenblattes im Boden	49
4. Befall mit Fußkrankheiten	51
5. <u>Versuchsergebnisse zum Gefäßversuch</u>	51
5.1. Serie I 17/69 und II 17/69 in 1. Nachwirkung zu So-Weizen und Hafer	52
1. Erträge	52
2. Nährstoffaufnahme, Ausnutzung des Rübenblattstickstoffes und Nährstoffauswaschung	56
5.2. Serie I 17/70 in 2. Nachwirkung zu Hafer	71
1. Erträge	72
2. Nährstoffaufnahme, Ausnutzung des Rübenblattstickstoffes und Nährstoffauswaschung	72
5.3. Serie II 17/70 in 1. Nachwirkung zu Wi-Weizen	79
1. Erträge	79
2. Nährstoffaufnahme, Ausnutzung des Rübenblattstickstoffes und Nährstoffauswaschung	80
6. <u>Diskussion</u>	87
7. <u>Zusammenfassung</u>	101
Literaturverzeichnis	104



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. Einleitung und Problemstellung

Die organische Düngung der durch Ackerbau genutzten Böden hat sich im westeuropäischen Raum im letzten Jahrzehnt grundlegend geändert. War bisher der Stallmist die nahezu ausschließliche organische Düngungskomponente, sind es heute vielfach die Strohdüngung, die Gründüngung in jeglicher Art des Anbaues und örtlich begrenzt Abwasser-Klärschlamm sowie Müllkompost. Die Stroh- und Gründüngung nimmt auch heute noch in dem Maße zu, wie der Prozeß der Betriebsvereinfachung im Sinne einer Ausweitung des Getreidebaues fortschreitet. Er ist gekoppelt mit der Einschränkung oder Aufgabe der Rindviehhaltung.

Die Wissenschaft hat sich intensiv bemüht, für diese Betriebe die Notwendigkeit des Ersatzes von Stallmist durch die genannten organischen Substanzen zu entwickeln (BOGUSLAWSKI und DEBRUCK (1965, 1970)), (DEBRUCK (1969, 1970)). Danach bedarf der ackerbaulich bewirtschaftete Boden der Zufuhr jeglicher organischer Substanz, um über die Umsetzungsprozesse die Produktivität des Standortes zu halten, wenn möglich sogar zu verbessern. Es kommt dabei nach den neuesten Ergebnissen nicht ausschließlich auf die Qualität der organischen Düngungs-Substanz an, als vielmehr auf eine regelmäßige, aber dosierte Quantität.

In den Betrieben, die ihre Rindviehhaltung eingeschränkt oder ganz aufgegeben haben, die Zuckerrübenanbaufläche jedoch beibehalten konnten, entsteht wie ehemals beim Stroh die Frage nach der bestmöglichen Verwertung des Rübenblattes. Die bisher so hoch geschätzte Nutzung des Blattes im Kuhstall (WITT (1966)) entfällt hier ebenso, wie ein Verkauf als "Troblako" wegen zu hoher Trocknungs- und Transportkosten ausscheidet. So bleibt letztlich die direkte Verwertung auf dem Acker. In den klassischen Ackerbaugebieten wie z.B. Niedersachsen und Westfalen ist sie im drei- bis vierjährigen Fruchtfolgeurnus zu einer festen organischen Düngungsmaßnahme geworden.

In Abhängigkeit vom Standort und der Düngung werden nach BOGUSLAWSKI - DEBRUCK (1970) mit 350-500 dz/ha Rübenblatt = 50-75 dz/ha

Trockenmasse dem Boden ähnliche Mengen organische Substanz zugeführt wie mit der bisher üblichen Stallmistgabe von 300 dz/ha oder einer guten Strohernte. Ganz verschieden sind jedoch der Wassergehalt, der Abbau im Boden und die Gehalte an Stickstoff und den übrigen Nährstoffen. Nimmt man die von den genannten Verfassern angegebenen Nährstoffgehalte und Blattmengen als Orientierungsmaßstab, so werden mit einer Blattdüngung von 500 dz Frischmasse ca. 150 kg/ha N, 250 kg K_2O , 40 kg P_2O_5 , 80 kg CaO und 75 kg MgO dem Acker wieder zugeführt. Es wäre falsch, wollte man auf der Basis dieser Nährstoffmengen einen Vergleich zu den übrigen in Frage kommenden organischen Düngern anstellen. So kann die häufig schlechtere Nährstoffwirkung später und damit geringer Gründungsbestände durch deren übrigen Eigenschaften wie Durchwurzelung und gleichmäßigere Verteilung im Boden mehr als ausgeglichen werden. Mehr noch muß ein Vergleich zur Strohdüngung in Frage gestellt werden. Innerhalb der Hauptnährstoffe ist es insbesondere der Stickstoff, der beim Stroh ins Minimum gerät und zu dem weiten C/N-Verhältnis von über 100:1 führt, während es im Rübenblatt mit 20:1 sehr eng ist. Verglichen über eine einjährige Wirkung beider Komponenten wird das Rübenblatt immer positiv zu betrachten sein. Erst eine langjährige Strohdüngung könnte über die ständig angeregten Umsetzungsprozesse, und die damit verbundene physikalische Bodenverbesserung den Vergleich zum Rübenblatt günstiger gestalten. Am ehesten bietet sich noch eine Gegenüberstellung zum Stallmist an. Unter Berücksichtigung gleicher Trockenmasse wird auch das gleiche enge C/N-Verhältnis von rd. 20:1 gewahrt, während die Hauptnährstoffe in ihrer absoluten Größenordnung wechselseitig verteilt sind.

Ohne Berücksichtigung des Humuswertes kann in der Tat nach bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen mit der Rübenblattdüngung eine ähnliche Wirkung auf den Pflanzenenertrag erzielt werden wie mit Stallmist. Diese Aussage gilt insbesondere für Feldversuche. So stellte RUHM (1965) die Blattdüngung mit einer Aufwandmenge von 400 und 500 dz/ha Frischmasse einer Stallmistgabe von 300 dz/ha gegenüber. Der Leistungsvergleich fiel zum Überwiegenden Teil zugunsten der Rübenblattdüngung aus. Neben Winterweizen wurde die erste Nachwirkung zu Sommerweizen

und Sommergerste geprüft, die 2. Nachwirkung zu Wintergerste und Sommerweizen. Unter Beibehaltung der vollen mineralischen Stickstoffdüngung gelangte RUHM (1965) im 1. Jahr im Mittel der genannten Früchte nur zu einer relativen Ertragssteigerung von 3-4% gegenüber "ohne Blatt". Dem Befund darf entnommen werden, daß sich vielfach bei Kümmerkornbildung Depressionerscheinungen andeuten, die zu einer nur geringen Mehrleistung geführt haben. Diese Vermutung wird bestätigt durch hohe Stroherträge und verweist auf die bekannte Erscheinung, daß Stroh hohe Stickstoffgaben besser als Korn zu verwerten vermag. Wurde nur die Hälfte der Stickstoffgaben verabfolgt, stiegen die Kornmehrerträge von 3-4% auf 11-13%. Teilweise recht hoch war die Nachwirkung im 2. Jahr. Mehrerträge bis 20% lassen sich der umfassenden Versuchsreihe entnehmen.

RID (1963) berichtet von einem 18%-tigem Mehrertrag zu Sommergerste unter trockenen Vegetationsbedingungen. Unter Beibehaltung der ortsüblichen Stickstoffdüngung und Berücksichtigung von Phosphor und Kali ließen sich in den fünf Versuchsjahren zu Sommergerste und Sommerweizen Mehrerträge zwischen 3 und 5 dz erzielen. Eine umfangreiche Versuchsreihe wurde von den Belgiern CROHAIN und RIXHON (1967) durchgeführt, in der die Rübenblattwirkung zu drei nachfolgenden Getreidefrüchten geprüft wurde. Auf degradiertem Löss schwankten die Mehrerträge für Korn im 1. Jahr von 2-30%, im 2. Nachwirkungsjahr von 4-11%, während im 3. Jahr eine Nachwirkung ausblieb. Nach Untersuchungen von BOGUSLAWSKI und DEBRUCK (1967, 1970) schwankten die Mehrerträge im üblichen Stickstoffdüngungsbereich um 7-10%, bei Stickstoffmangel bis 40 Prozent. Die letztgenannten Autoren gelangen durch Interpolation der Ertragskurven zur Stickstoffdüngung zu einer Stickstoffwirkung des Rübenblattes von 25-40 kg/ha im 1. Jahr und 20-30 kg im 2. Jahr.

Bezieht man die genannten Summen auf den mit dem Rübenblatt eingebrachten Stickstoff, errechnet sich ein Ausnutzungsgrad des Rübenblattstickstoffs von 30-45%. CROHAIN und RIXHON (1967) gelangen nach der gleichen Methode zum selben Ausnutzungsgrad im 1. Jahr, während er im 2. Jahr um die Hälfte zurückgeht. Die

Ausnutzung liegt wesentlich niedriger, wenn man sie aus den Stickstoffmehrentzügen der Rübenblattvarianten berechnet.

Unberücksichtigt von Größenordnung des Ausnutzungsgrades kann der selbe sicherlich durch die Technik der Rübenblattdüngung weiterhin positiv beeinflusst werden. Gemeint ist hier die gleichmäßige Verteilung gut zerkleinerten Rübenblattes auf dem Acker und letzten Endes im Boden. Die Landmaschinenindustrie kommt den genannten Forderungen schon weitgehend nach, indem sie die Rübenvollernter mit einem Häcksler oder Zerreißapparat ausrüstet. Es dürften damit für die Zukunft die Einbringungsfehler vermieden werden, die man gelegentlich noch beobachten kann, wenn einreihige Blattschwaden unverteilt eingepflügt werden. Auf Böden mit mangelhaftem Kalkzustand, die außerordentlich rasch verschlämmen, bilden sich dann im Bereich dieser untergepflügten Blattmassen Fäulnis- und Reduktionszonen, wie sie von MEYER (1966) beschrieben wurden. Inwieweit die Fäulnis auf dränierten, stau-nassen Lehm- und Löss-Lehm-Böden zu saprophytogenen Verstopfungen der Dräne führen kann, wie sie in der Nähe von Feldmieten beobachtet wird (MEYER und HIPPE (1966)), ist noch nicht untersucht worden.

Für eine verbesserte Ausnutzung des Rübenblattes bietet sich eine flachere Einarbeitung des Blattes an. Gemeint ist hier weniger das Fräsen und Grubbern als das flachere Einpflügen. RUHM (1965) weist hierauf besonders hin. In Kenntnis der Abbauvorgänge erscheint diese Maßnahme der Technik richtig zu sein.

Inwieweit durch das mehrmalige Belassen des Rübenblattes auf dem Acker eine Beeinflussung des Nährstoffzustandes des Bodens eintritt bzw. pilzliche Schäden, insbesondere Fußkrankheiten aufkommen, müssen Untersuchungen noch zeigen. Lediglich AID (1963) spricht bezüglich der Krankheiten von einer schädlichen Blattdüngung.

Die bisherigen Aussagen bezogen sich ausschließlich auf die Blattdüngung im Feldversuch, der heute eine vorrangige Bedeutung zukommt. Wie bei jeder düngungswürdigen Substanz sind natürlich auch mit dem Rübenblatt Gefäßversuche angestellt worden.

SCHNEIDEWIND, MEYER und FRESE (1906) waren wohl die ersten, die auf diese Art die Düngerwirkung des Rübenblattes prüften. Sie erreichten in der Hauptwirkung zu Hafer und der Nachwirkung zu Senf und Hafer eine Ausnutzung des Rübenblattstickstoffs von insgesamt 36,2%. JUNG und RIEHLE (1966) kamen in neuerer Zeit mit 33,5% in 1. Nachwirkung zu Sommerweizen und 2. Nachwirkung zu Mais zu ähnlichen Werten. Von GIERKE (1965) gelangte ohne Prüfung der Nachwirkung und Abhängigkeit der Jahre über die Versuchsfrüchte Sommerweizen und Hafer zu einem Ausnutzungsgrad bis 25%. In den genannten Versuchen schwankte die zugeführte Blattmenge um 100-300 g Frischmasse/Gefäß, was einem Stickstoffanteil von 0,4 - 1 g N/Gefäß entspricht.

Im Vergleich zum Feldversuch werden damit ähnliche Ausnutzungsquoten aus dem Rübenblattstickstoff erzielt. Sie liegen verständlicherweise häufig im oberen Bereich, wobei die Ertragssteigerung nach Rübenblatt in der stickstoffgedüngten Serie um ein Vielfaches höher sein kann als in den mit Stickstoff gedüngten Reihen. Mit steigender mineralischer N-Zufuhr wird die Blattwirkung sehr rasch verdeckt und führt in häufigen Fällen zu Mindererträgen durch Depression auf Grund eines Überangebotes an Stickstoff.

Unter Berücksichtigung der beträchtlichen Stickstoffmenge, die mit der jeweiligen Blattdüngung dem Boden zugeführt werden, ist der Ausnutzungsgrad von 20-35% unter Berücksichtigung der leichten Zersetzbarkeit des Blattes relativ gering. Es gilt daher die Frage nach dem Verbleib des Reststickstoffs zu stellen. MEYER (1966) mißt dem gasförmigen N-Verlust durch Denitrifikation nur dort eine Bedeutung bei, wo Reduktionszonen nahe der Bodenoberfläche entstehen. Wenn CROHAIN und RIXHON (1967) einen 50%-igen Einbau des Rübenblatt-N in den Humuskomplex des Bodens nachweisen, so verbleibt unter Berücksichtigung der Ausnutzung und eventuellen Denitrifikation immer noch ein Restteil. Es ist zu vermuten, daß er unter Feldbedingungen in den Unterboden eingewaschen wird, dem Pflanzeneinzugsbereich damit also nicht verloren geht. Von GIERKE (1966) konnte nun durch das Auffangen und die Analyse des Sickerwassers im Gefäßversuch nachweisen,

daß die N-Auswaschungsverluste aus dem Rübenblatt auch bei hohen Durchlaufmengen nicht größer als 10% des Rübenblattstickstoffs sind. Bei Kalium schwankten die Anteile von 17-45%, während Phosphor nahezu unbeweglich im Gefäß verblieb.

Die vorliegenden Untersuchungen dienten dem Zweck, die bisher recht spärlich vorliegenden Untersuchungsergebnisse über das Düngen mit Zuckerrübenblatt zu erweitern. Zwei 2-jährige Feldversuchsserien galten der Überprüfung der Ertragswirksamkeit des Rübenblattes in 1. und 2. Nachwirkung, während zu Gefäßreihen ebenfalls in Haupt- und Nachwirkung unter Verwendung des markierten Stickstoff ^{15}N in der Düngung Aufschluß über den Gesamtverbleib des Rübenblattstickstoffs geben sollten.

2. Versuchsanstellung und Untersuchungsmethodik

2.1. Feldversuche

Zur Prüfung der Rübenblattdüngung unter Feldbedingungen dienten zwei Versuchsreihen:

Versuch Walzenberg a₁ zu Winterweizen 1968/69 in 1. Nachwirkung und zu Sommergerste 1969/70 in 2. Nachwirkung,

Versuch Rainacker a₁ zu Winterweizen 1969/70 in 1. Nachwirkung.

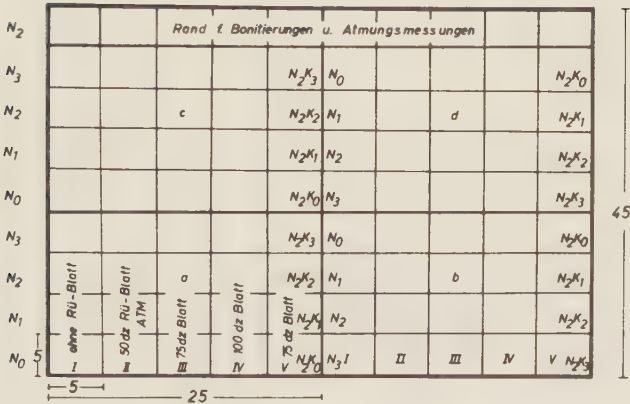
Die Aufwandmengen für das Rübenblatt wurden in Anlehnung an die Praxis gewählt, d.h., es wurden mit 50,75 und 100 dz/ha Trockenmasse Rübenblatt ca. 350, 500 und 650 dz/ha Frischmasse verabfolgt. Das Düngen über Trockenmasse/ha erweist sich zum Vergleich mehrjähriger Versuchsreihen als notwendig, um den von Jahr zu Jahr schwankenden Trockensubstanzgehalt zu berücksichtigen. So muß für die Umrechnung auf Frischmasse für das Jahr 1969 eine Trockensubstanz von 14%, für das Jahr 1970 von 15% benutzt werden. Um die Rübenblattwirkung bei verschiedener Düngungsintensität zu erfassen, wurden in die Versuche 4 N-Stufen mit N_0 , N_1 , N_2 und N_3 eingebaut, wobei die Bemessung der Stickstoffgabe in N_3 für die höchste Ertragsbildung ausreichend sein sollte. Als Versuchsanlage für einen

Abb 1

- Anlageplan - Rübenblattdüngung zu Winterweizen

Rausch-Holzhausen 1968-69

Feld: Walzenberg a₁



derartigen zweifaktoriellen Versuch wurde die Ertragsflächenmethode nach v. BOGUSLAWSKI (1942) gewählt. Abbildung 1 gibt das Anlageschema für den Feldversuch Walzenberg a₁ wieder und gilt ohne Variante V in gleichem Maße auch für den Versuch Rainacker a₁.

Tabelle 1 enthält die Nährstoffgehalte im Rübenblatt und auch die absoluten Mengen, die mit den unterschiedlichen Rübenblattgaben dem Boden zugeführt werden. Die Gehalte schwanken naturgemäß für die Nährstoffe Stickstoff und Kali recht beträchtlich. Bei höchster Blattgabe ergeben sich dabei für Stickstoff Aufwandmengen von 180-270 kg/ha, für Kali 425-380 kg/ha. Da die Ausnutzung der Stickstoffmengen über die Stickstoffstufen Berücksichtigung finden, wurde analog dazu auf dem Versuch Walzenberg a₁ auch eine Kalisteigerung von K₀ bis K₃ eingegliedert.

Zur Anlage im Herbst wurde das Rübenblatt teilstückweise verwogen, unzerkleinert gebreitet und mit der nachfolgenden Saatsfurche direkt auf ca. 25cm eingepflügt. Der Grunddünger wurde

Tabelle 1: Nährstoffgehalte und Nährstoffzufuhr bei Rübenblattdüngung im Feldversuch

Rauisch • Holzhausen 1968 und 1969

	N	K	P	Mg	Na	Ca
<u>Zu Versuch Walzenberg a₁ Herbst 1968</u>						
Gehalte in % ATM	1,80	4,25	0,27	1,12	1,29	0,86
Nährstoffzufuhr in kg/ha						
bei 50 dz/ha ATM	90	213	13,5	56,0	64,5	43,0
75 "	135	319	20,3	84,0	96,8	64,5
100 "	180	425	27,0	112,0	129,0	86,0
<u>Zu Versuch Rainacker a₁ Herbst 1969</u>						
Gehalte in % ATM	2,66	3,78	0,28	0,73	1,79	0,60
Nährstoffzufuhr in kg/ha						
bei 50 dz/ha ATM	133	189	14,0	36,5	89,5	30,0
75 "	200	284	20,3	54,8	134	45,0
100 "	266	378	28,0	73,0	179	60,0

Rübenblattdüngung zu Getreide im Feldversuch Walzenberg a₁
1. Nachwirkung zu Winterweizen 1968/69; 2. Nachwirkung zu Sommergerste 1969/70
Rauisch -Holzhausen

- 9 -

im ersten Versuchsjahr während der Saatbettvorbereitung gestreut, im zweiten Jahr bereits vor der Saatsfurche verabfolgt. Die Stickstoffdüngung zur Hauptfrucht wurde so gehandhabt, daß die 1. N-Gabe im zeitigen Frühjahr, die 2. nach der Bestockung zum Beginn des Schossens gestreut wurde. Alle weiteren technischen Daten lassen sich für den Versuch Walzenberg a₁ Tabelle 1 entnehmen.

Für den Versuch Rainacker a₁ zu Winterweizen sind die Aufwandmengen an Rübenblatt-, Stickstoffdüngung und Grunddüngung entsprechend, die noch fehlenden Angaben wie folgt:

<u>Vorfrucht</u> 1969	:	Zuckerrüben
<u>Versuchsfrucht</u> 1969/70:		Winterweizen "Jubilar"
<u>Saatstärke</u>	:	200 kg/ha
<u>Aussaat</u>	:	28.10.1969
<u>1. N-Gabe</u>	:	19. 4.1970
<u>2. N-Gabe</u>	:	20. 5.1970
<u>Unkrautspritzung</u>	:	6. 5.1970 mit Gesaran
<u>Ernte</u>	:	11. 8.1970

Auf die Zusatzvariante V mit einer mittleren Rübenblattgabe und einer Kalisteigerung analog den N-Stufen wurde verzichtet, nachdem im ersten Versuchsjahr eine Kaliwirkung nur schwer nachweisbar war. Um eine Aussage über die Wirkung des Rübenblattes auf den Pflanzenbestand zu gewinnen, wurde im Herbst bzw. im Frühjahr nach Aufgang pro Teilstück 1,20-1,30 laufender Meter fixiert und an demselben die Keimdichte und vor der Ernte die Zahl der ährentragenden Halme erfaßt. Aus beiden Komponenten wurde die produktive Bestockung ermittelt.

Auch wurde während der Vegetation der Befall mit Fußkrankheiten, insbesondere mit Cercosporella, der Halmbrechkrankheit, verfolgt. Hierzu wurden im Abstand von 10 Tagen aus einem eigens dazu vorgesehenen und angelegten Bonitierungsrand (s. Abb. 1) ca. 100 Pflanzen entnommen und auf ihre Befallsstärke bonitiert. Hierbei wurde ein Bonitierungsschema zugrunde gelegt, welches im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes von BOCK-MANN, Kiel-Kitzeberg ausgearbeitet wurde und nach dem die Pflanzen folgenden Kategorien zugeordnet werden:

- = gesunde Halme (ohne jegliche Befallszeichen)
- + = schwach kranke Halme (bis zur Hälfte des Stengelquerschnittes innerhalb eines Internodiums gebräunt, aber noch nicht vermorscht.)
- +++ = schwer kranke Halme (Über die Hälfte gebräunt, bereits weitgehend vermorscht; Probe: Beanspruchung auf Drehung)

Die absoluten Pflanzenzahlen jeder Halmgruppe und Wiederholung wurden auf 1m^2 umgerechnet und sodann in Prozent zur Bestandesdichte angegeben. Zum besseren Vergleich wurden die schwach und schwerkranken Pflanzen addiert und als "kranke" bzw. "befallene" Pflanzen (= ++) bei den weiteren Untersuchungen geführt. Auf eine Berechnung des Befallindex nach FUCHS und GROSSMANN (1960) oder des abgewogenen Befallswertes nach BOCKMANN (1962) wurde verzichtet, da beide Größen kein genaues Bild über den Befallsgrad der Einzelpflanze geben.

Die Untersuchungen am Boden begannen mit dem Ziehen einer Durchschnittsprobe (Krume, Unterboden) im Herbst vor der Anlage des jeweiligen Versuches zur Ermittlung der chemischen Ausgangswerte. Während der Vegetation wurden die Größen "löslich N" und die " CO_2 -Produktion" als Ausmaß der Abbauintensität im Boden erfaßt.

Sie wurden einmal wöchentlich zum gleichen Zeitpunkt unter Berücksichtigung der augenblicklichen Bodenfeuchte gemessen. Dazu diente der bereits erwähnte Bonitierungs- bzw. Messrand. Zur Ermittlung der Bodenatmung wurde die Methode nach KOEPF (1952) benutzt, nach der mittels der Lundegard'schen Atmungsglocke die Bodenluft aufgefangen und anschließend elektrolytisch titriert wird. Die dazu benötigte Zeit in Sekunden wird mit den übrigen Faktoren zu $\text{mg CO}_2/\text{h}/\text{m}^2$ verrechnet. Unmittelbar nach der Ernte wurden aus allen organischen Varianten und N-Stufen im Bereich der Krume mittels des Bohrstockes Bodenproben entnommen und auf die üblichen chemischen Kennwerte untersucht.

Ansonsten wurden während der Vegetation die üblichen phänologischen Beobachtungen durchgeführt, d.h. der allgemeine Stand zum Schossen, Ährenschieben und vor der Ernte und diente mit der Interpretation der Versuchsergebnisse.

Aus den technischen Daten der Tabelle 1 ist ersichtlich, daß vor der Ernte Ränder von 50-60cm abgeerntet wurden. Die Kernteilstücke wurden von Hand gemäht, in Hocken zum Trocknen aufgestellt und im Standdrusch aufgearbeitet. Korn- und Strohfraktionen konnten somit exakt ermittelt werden.

1.2. Gefäßversuch

Da der Feldversuch nur eine ganz grobe Aussage bezüglich der Ausnutzung des Rübenblattes zuläßt - die Mehraufnahme an Nährstoffen muß aus dem Rübenblatt vermutet werden, die Einwaschung in den Unterboden ist nicht bekannt - wurden für die Vegetation 1968/69 und 1969/70 je zwei Gefäßserien mit Rübenblattdüngung angesetzt:

Serie I 17/69 Rübenblattdüngung zu So-Weizen = 1.Nachwirkung

Serie II 17/69 Rübenblattdüngung zu Hafer = 1.Nachwirkung

Serie I 17/70 Rübenblattdüngung zu Hafer = 2.Nachwirkung
zu Serie I 17/69

Serie II 17/70 Rübenblattdüngung zu Wi-Weizen = 1.Nachwirkung

Analog dem Feldversuch wurde hierbei ebenfalls mit 3 Blattaufwandmengen gearbeitet, mit 250, 500 und 750 g/Gefäß. Werden diese Mengen über die Gefäßoberfläche auf ha umgerechnet ergeben sich Aufwandmengen von 500, 1000 und 1500 dz/ha Frischmasse. Diese Gaben waren erforderlich, da ein Vorversuch mit der Hälfte der angegebenen Mengen zu keiner gesicherten Rübenblattwirkung führte. Nährstoffgehalte und Nährstoffzufuhr mit dem Blatt je Gefäß lassen sich Tabelle 3 entnehmen.

Jede Serie bestand aus 48 Eimern mit einem Fassungsvermögen von 10 Liter. Die Anzahl ergibt sich aus 3 organischen Varianten und der blattungedüngten Kontrolle x 4 N-Stufen x 3 Wiederholungen. Als Füllung diente ein Boden-Sand-Gemisch im Verhältnis von 2 (=Löss) : 1 (Quarzsand OPB-Dörentrop). Die stabilen Plastikeimer wurden am Boden für das Anbringen des Sickerwasserschlauches angebohrt. Technisch ging das Ansetzen der Gefäße im ersten Versuchsjahr 1968/69 derart

Tabelle 3 : Nährstoffgehalte und Nährstoffzufuhr bei Rübenblattdüngung im Gefäßversuch

Rauisch - Holzhausen 1968 und 1969

Rübenblatt		N	K	P	Mg	Na	Ca
Frischmasse	Trockenmasse						
<u>Zu Versuch 17/69 Serie I und II Herbst 1968</u>							
Gehalte in % ATM		1,80	4,25	0,27	1,12	1,29	0,86
Nährstoffzufuhr in g/Gefäß							
bei 250 g/Gefäß = 30,8		0,55	1,31	0,08	0,35	0,40	0,27
500 " = 61,5		1,11	2,61	0,17	0,69	0,79	0,53
750 " = 92,3		1,66	3,92	0,25	1,03	1,19	0,79
<u>Zu Versuch 17/70 Serie II Herbst 1969</u>							
Gehalte in % ATM		2,66	4,15	0,26	0,98	2,42	0,85
Nährstoffzufuhr in g/Gefäß							
bei 250 g/Gefäß = 31,5		0,84	1,31	0,08	0,31	0,76	0,26
500 " = 63,0		1,68	2,61	0,16	0,62	1,52	0,54
750 " = 94,5		2,51	3,92	0,25	0,93	2,29	0,80

vor sich, daß zunächst ein Drittel der Bodenmischung in die Eimer eingefüllt und angedrückt wurde, während man den restlichen Boden mit dem Rübenblattzusatz gut vermischt nachfüllte. Diese Ansetzmethode wurde für das zweite Versuchsjahr verworfen, da es sich als nachteilig erwiesen hatte, das Saatgut in den stark mit Blatt durchsetzten Boden abzulegen. Im Herbst 1969 wurde daher für die Serie II zu Winterweizen von der Gesamtbodenmenge 1 kg zurückbehalten, welches nach dem Vermischen der verbleibenden Bodenmenge mit dem Rübenblatt zur Saatbetteinlagerung obenauf gegeben wurde. Bei der Serie I zu Hafer verfuhr man im Frühjahr 1970 ähnlich, indem man auf die alte Bodenmenge zusätzlich 1,5 kg frischen Bodensandgemisches hinzugab.

Das Rübenblatt zur Gefäßdüngung wurde mit einem flachen Kopfanteil geerntet und auf ca. 2cm Länge gehäckselt. Die Mischung mit dem Boden mußte sehr intensiv erfolgen, um eine gleichmäßige Wasserführung und analog dazu Wasserhaushalt während der Vegetation zu gewährleisten.

Die Düngung der Gefäße mit Mineralsalzen wurde stets im Frühjahr vorgenommen, um die Sickerwasserwerte während des Winters nicht zu verfälschen. Die absoluten Nährstoffgaben und alle weiteren technischen Daten lassen sich den Tabellen 4, 5 und 6 entnehmen. Von der Serie I und II 1968/69 wurden nach der Überwinterung im Frühjahr 5 kg des nassen Bodens entnommen und getrocknet. 4 kg dieser Bodenproben vermischte man jetzt mit der Phosphor-, Calcium- und Magnesiumdüngung und setzte sie den Eimern wieder zu. Anschließend wurde die gesamte Stickstofflösung als Kalium- und Natriumnitrat zugesetzt. Das restliche kg Boden diente als Keimbett für die nachfolgende Getreideaussaat. Die Gefäße ohne Stickstoffdüngung wurden mit Kalium und Natrium entsprechend den Mengen, die über die Stickstofflösung zugeführt wurden, extra gedüngt.

Die Bodenvorbehandlung der Haferserie I 1970 (s.Tab.5)

Tabelle 4.1

Rübenblattdüngung zu Sommerweizen und Hafer im Gefäßversuch 1968/69 - 1. Nachwirkung Serie I und II 17/69
Rauisch - Holzhausen

Variante	Düngung		allgemeine Versuchsdaten	
<u>Serie I zu Sommerweizen</u>	<u>Grunddüngung</u>		<u>Sekt:</u>	
Gefäß-Nr. g frisches Rü- blatt/Gefäß	3,0g K	als KNO_3 , s. N-Düngung	Serie I Sommerweizen "Perso"	
Herbst 1968	1,0g P	" Novaphos	Serie II Hafer	
	0,4g Mg	" $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ Technrein.	<u>Anzahl der Pflanzen/Gefäß:</u>	
1 - 12	0,2g Na	" NaNO_3 , s. N-Düngung	50 Körner, vereinzelt auf 40	
13 - 24	2,0g CaCO_3	zu Sommerweizen	<u>Aussaat:</u> 22.4.1969	
25 - 36	1,0g CaCO_3	zu Hafer	<u>Ernte:</u> 25.8.1969	
37 - 48	<u>Stickstoffdüngung</u>		<u>Wiederholung:</u> 3	
<u>Serie II zu Hafer</u>	g N	KNO_3 15+14 NaNO_3 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ HCL $\times 4 \text{H}_2\text{O}$ 33%-ige	<u>Gefäß/Eimer:</u>	
49 - 60	NO_3 0	-	Inhalt 10 Liter	
61 - 72	N1 2,0g	1,074 0,035 0,122 0,769 2,67	Füllung 6,4 : 3,5 kg	
73 - 84	N2 3,0g	" " " 1,769 4,01	ATM Boden: Sand	
85 - 96	N3 4,0g	" " " 2,769 5,34	Durchmesser oben 25cm	
	<u>Markierung der N-Düngung</u>		" unten 19cm	
	je Gefäß werden 15mg ^{15}N als KN^{15}O_3 der N, K, Na-Ogg. ge- geben 10mg ^{15}N als $\text{KN}^{15}\text{NO}_3$ der ONIA 31,9 At%		Tiefe 25cm	
	5mg ^{15}N als $\text{KN}^{15}\text{NO}_3$ der Isomet 95,7 At%			

Tabelle 5 :

Rübenblattdüngung zu Hafer im Gefäßversuch 1969/70 - 2. Nachwirkung Serie I 17/70

Rauisch - Holzhausen

Variante		Düngung	allgemeine Versuchsdaten
<u>Gefäß-Nr.</u>	<u>g frisches Rü- blatt/Gefäß</u>	<u>Grunddüngung</u>	<u>Vorfrucht:</u>
	Herbst 1968	3,0g K als KNO_3 (s. N-Düngung)	Sommerweizen
1 - 12	-	1,0g P " Novaphos (9,6%P)	Hafer "Peragold"
13 - 24	250	0,2g Na " NaNO_3 (s. N-Düngung)	<u>Anzahl der Pflanzen/Gefäß:</u>
25 - 36	500	<u>Stickstoffdüngung</u>	50 Körner auf 40 Pfl. verein- zelt
37 - 48	750	g N KNO_3 $\text{KN}^{15+14}\text{O}_3$ NaNO_3 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ x 4 H_2O	<u>Aussaat:</u> 14.4.1970
		$\text{N}_0 = 0$ - - - - -	<u>Ernte:</u> 19.8.1970
		$\text{N}_1 = 1,550$ 1,074 0,050 0,122 0,304	<u>Wiederholung:</u> 3
		$\text{N}_2 = 2,550$ " " " " 1,304	<u>Füllung:</u> Herbst 1968
		$\text{N}_3 = 3,550$ " " " " 2,304	6,4 : 3,5kg Boden-Sand-Ge- misch
		<u>Markierung der N-Düngung</u>	Frühjahr 1970
		je Gefäß werden $18,3\text{mg }^{15}\text{N}$ als $\text{KN}^{15}\text{NO}_3$ der Prochem Ltd. $35,0\text{ At\%}$ mit der N-K-Na-Düngung in 2 Gaben, 60% und 40%, g gegeben	+ 1,5 kg Boden-Sand-Gemisch 2 : 1

Tabelle 6:

Rübenblattdüngung zu Winterweizen im Gefäßversuch - 1. Nachwirkung Serie II 17/70
1969/70 Raulisch - Holzhausen

Variante		Düngung	allgemeine Versuchsdaten
Gefäß-Nr.	g frisches Rü- Blatt/Gefäß	Grunddüngung	
	Herbst 1969	3,0g K als KNO_3 (s. N-Düngung)	Winterweizen "Hanno" (zert.)
49 - 60	-	1,0g P " $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	70 Körner auf 40 Pfl. ver- einzelt
61 - 72	250	0,2g Na " NaNO_3 (s. N-Düngung)	
73 - 84	500	<u>Stickstoffdüngung</u>	
85 - 96	750	g N KNO_3 $\text{KN}^{15+14}\text{O}_3$ NaNO_3 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ x 4 H_2O	
		$\text{N}_0=0$ - - - - -	
		$\text{N}_1=2,060$ 1,074 0,060 0,122 -	
		$\text{N}_2=3,060$ " " " 0,804	
		$\text{N}_3=4,060$ " " " 1,804	
		$\text{N}_3=4,060$ " " " 2,804	
		<u>Markierung der N-Düngung</u>	
		Je Gefäß werden 22,0mg ^{15}N als $\text{KN}^{15}\text{NO}_3$ der Prochem Ltd. 35,0 At% mit der N-K-Na- Düngung in 2 gleichen Teilen gegeben	
			Aussaat: 8. 10. 1969
			Ernte: 19. 8. 1970
			Wiederholung: 3
			Füllung:
			6,2 : 3,5 kg Boden (=Löss)-Sand-Gemisch

sah so aus, daß man im Sommer 1969 nach der Ernte des Sommerweizens die Stoppel umgrub und die Gefäße so über Winter im Freien stehen ließ. Im Frühjahr wurde die gesamte Gefäßreihe unter Dach ausgekippt, getrocknet, mit 1 g P-Düngung je Gefäß als Novaphos intensiv gemischt und den Gefäßen wieder zugesetzt. Von der nachfolgenden Kalium-Natriumnitratlösung wurden nur 60% der Gesamtmenge gegeben - die Restbehandlung der Gefäße erfolgte wie im Vorjahr - während die 2. N-Gabe zum Schossen der Haferpflanzen gedüngt wurde. Eine Teilung der Stickstofflösung praktizierte man auch zur Winterweizenserie II 17/70. Mit der ersten Düngung, die genau die Hälfte der Aufwandmenge erfaßte, wurde gleichzeitig die Phosphordüngung als $\text{Ca} (\text{H}_2\text{PO}_4) \times 2 \text{H}_2\text{O}$ ebenfalls in Lösung zugesetzt. Die 2. N-Gabe erfolgte wie beim Hafer zum Zeitpunkt des Schossens. Die Teilung der N-Lösung erwies sich als notwendig, nachdem die einmalige Gabe im Vorjahr zu Keimschädigungen führte als auch zu einem höheren Abgang mit dem Sickerwasser. Die Stickstofflösungen wurden mit ^{15}N in einer Konzentration markiert, die sich den Tabellen 4-6 entnehmen läßt. Über eine totale Stickstoffbilanz sollte versucht werden, den genauen Stickstoffanteil aus dem Rübenblatt in den einzelnen Komponenten (Pflanzenaufnahme, Auswaschung, Fixierung im Boden) zu erfassen.

Da in beiden Versuchsjahren Winterweizen zur Aussaat gelangte, war eine gute Isolierung der Gefäße über Winter notwendig, um Frostbewegungen des Bodens, die sich nachteilig auf die Keimwurzeln der Weizenpflanzen auswirken konnten, zu vermeiden. Wenn im ersten Versuchsjahr Sommerweizen angebaut wurde, dann deswegen, weil der Winterweizen zwar gut überwintert hatte, im Frühjahr jedoch stark unter Vogelschaden gelitten hatte und somit eine Neueinsaat notwendig wurde. Um Abweichungen in der Versuchsmethodik zu vermeiden wurden in der beschriebenen Art auch für Sommergetreide vorgesehenen Gefäße behandelt.

In grober Anpassung an die Feldverhältnisse wurden die Gefäße nach dem Ansetzen im Herbst auf 60% der maximalen Wasserkapazität aufgegossen, vom Frühjahr bis zur Ernte auf 70% ge-

halten, was häufig ein zweimaliges Gießen täglich auf das Sollgewicht notwendig machte.

Das Sickerwasser wurde in zwei Serien getrennt aufgefangen und untersucht. Die Winterserie, die sich vom Ansetzen der Gefäße bis zum Düngen im Frühjahr erstreckte, und das Sickerwasser der sich daran anschließenden Hauptvegetationszeit bis zur Ernte wurden derart gesammelt, als man aus den vollen 5-L-Flaschen jeweils $\frac{1}{4}$ im ersten Jahr bzw. $\frac{1}{5}$ im zweiten Jahr abnahm und zu einer Sammelprobe vereinigte. Der Rest wurde verworfen. In den trockenen Sommermonaten des zweiten Versuchsjahres lief kein Überschußwasser aus den Gefäßen.

In beiden Jahren mußte mehrmals gegen Mehltau und Läuse gespritzt werden. Die Ernte wurde getrennt nach den Fraktionen Korn und Stroh aufgearbeitet. Die Bodenproben für die Nährstoffanalysen wurden jeweils nach der Ernte den Gefäßen als Mischprobe entnommen.

2.3. Chemische Untersuchungen

Alle anfallenden Nährstoffanalysen wurden nach folgender Methodik ermittelt:

Gesamt-Stickstoff nach Kjeldahl bzw. Jodlbauer-Foerster

Löslich Stickstoff nach Harmsen

NH₄ und NO₃ im Sickerwasser nach Devarda

Markierter Stickstoff ¹⁵N: Die titrierte Vorlage der Gesamtstickstoffmenge nach Kjeldahl, die den Stickstoff in Form eines Ammoniumsalzes enthält, wird zur Messung des ¹⁵N-Gehaltes mit dem Massenspektrometer CH₄ der Atlaswerke Bremen auf 5-10 ml eingengt. Die Überführung in elementaren Stickstoff erfolgte nach der von RIENBERG angegebenen Methode in einem 2-schenkigen Gefäß. Dabei wird in je einem Schenkel die konzentrierte Vorlage bzw. das Oxydationsmittel Natrium-Hypobromid eingeführt. Nach Abpumpen der Luft im Gefäß entsteht beim Vermengen beider Lösungen der gasförmige Stickstoff.

Die Menge an Düngerstickstoff in Pflanze, Sickerwasser und Boden erfolgte nach der Verrechnung von JANSSON.

P- in Pflanzen kolorimetrisch nach Gericke-Kurmies

P in Sickerwasser nach Institut für Bodenfruchtbarkeit,
Gronigen

pH(KCl) mit pH-Meter

Kationen in Pflanzen und Sickerwasser flammenfotometrisch

K₂O- und P₂O₅- Boden Doppellaktatmethode nach Egnér-Riehm
(K₂O fotometrisch und P₂O₅ kalorimetrisch)

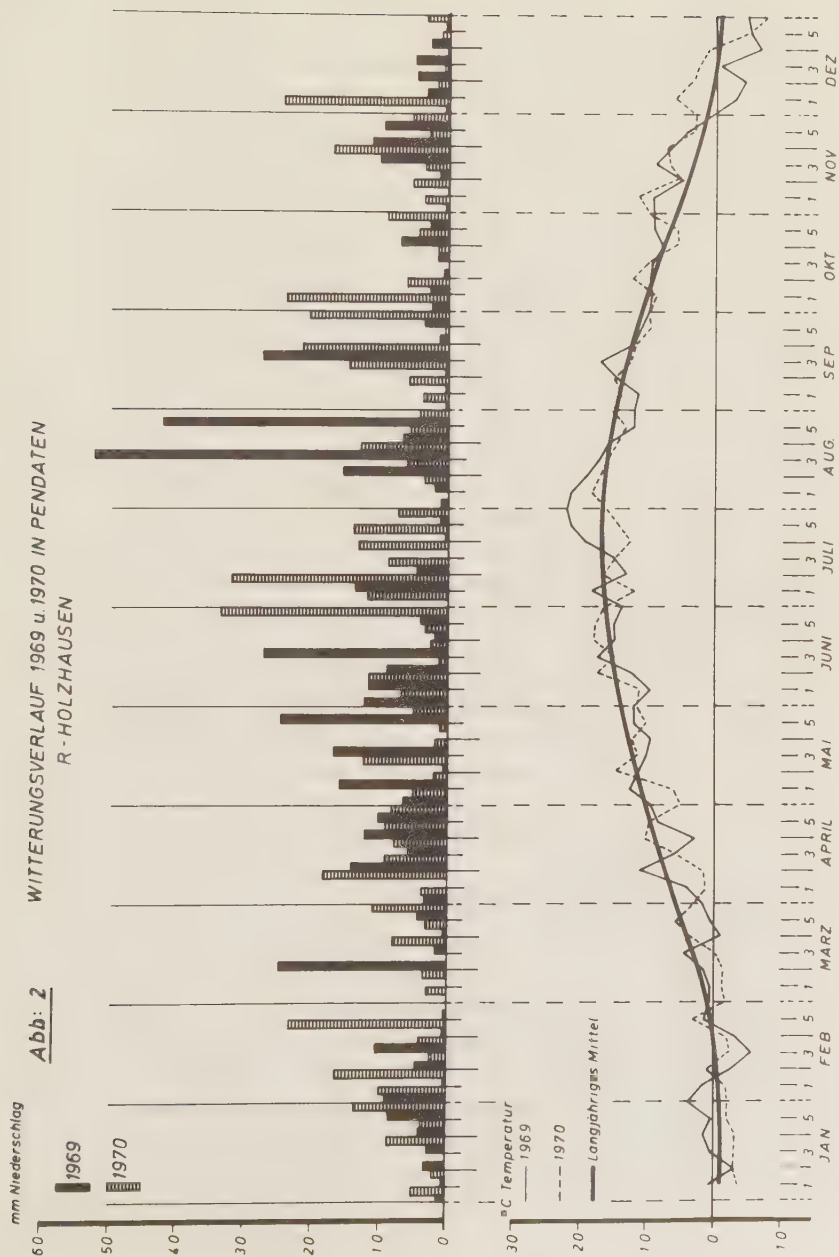
C im Boden Kalorimetrisch nach Rautenberg und Kremkus

3. Standort und Witterung

Als Standort wurde für beide Feldversuche eine Parabraunerde aus Löss gewählt, die bei hohem Schluffanteil zur Verschlämmung neigt, andererseits durch einen hoch anstehenden A₁, B_t- Horizont schwach pseudovergleyt ist. Der Kalk ist auf 70-80cm Tiefe ausgewaschen, die Reaktion nach Tabelle 7 auf dem Versuch Walzenberg a₁ bei einem pH-Wert von ca. 6,4 schwach sauer, mit 6,9 auf Rainacker a₁ neutral. Die Instabilität der Krume wird durch den niedrigen C-Gehalt mit ca. 1,0% unterstützt. Das C/N-Verhältnis ist mit rd. 10:1 relativ eng. Die Kali- und Phosphorwerte entsprechen einer guten bis sehr guten Versorgungsstufe. Gleiches gilt für die Gefäßversuchböden, die zu zwei Drittel dem gleichen Bodentyp entstammen.

Tabelle 7: Chemische Bodenkennwerte der Versuchsböden
Angabe in mg/100g Boden

Versuch	C	N	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH
Walzenberg a ₁ Herbst 1968	980	99,5	9,8	27,8	21,3	6,40
Rainacker a ₁ Herbst 1969	1080	108,8	9,9	29,0	25,5	6,93
Vers.17/69 Serie						
I + II Herbst 1968	1020	99,0	10,3	26,3	27,3	6,55
Vers.17/70 Serie						
I + II Herbst 1969	1050	101,3	10,3	32,5	26,7	6,78



Die Witterung - s. Abbildung 2 - war 1969 für die Ertragsbildung bei Getreide außerordentlich günstig. Die Frühjahrstemperaturen waren kühl, d.h. sie lagen unter dem langjährigen Durchschnitt und ließen genügend Zeit für eine dem hiesigen Standort sehr gute Bestockung. Überdurchschnittliche Temperaturen lassen sich nur in den für die Ertragsbildung recht entscheidenden Monaten Mai und Juli ablesen. Die Niederschlagsverteilung weist bis Ende Juni keine Extreme auf. Mit nur 20 mm Niederschlag ist der Juli ausgesprochen trocken. Wasserspeicherung und Wassernachlieferung aus den tieferen Bodenschichten waren bei dem bereits genannten hohen Schluffanteil des Standortes jedoch völlig ausreichend, um zu keinen Trockenschäden zu führen.

In der Vegetationsperiode 1969/70 folgte auf einen sehr milden Herbst ein spätes Frühjahr mit entsprechend niedrigen Temperaturen bis Ende April. Der Übergang zur Vegetation verlief bei langjährigen Durchschnittswerten für die Monate Mai und Juni außerordentlich rasch und intensiv. So konnte der Juli mit der extr. kühlen Temperatur von $9,8^{\circ}\text{C}$ gleichzeitig überdurchschnittlich hoher Regenmenge für die Standfestigkeit des Getreides und Resistenz gegen Fußkrankheiten nur abträglich sein. Die Niederschläge waren außer Juli für das Ertragsniveau nicht so entscheidend wie die Temperatur. Obwohl die Jahresniederschlagssumme von 480 mm einem Defizit von 190 mm entspricht, ist sie kein Ausdruck für einen Wassermangel während der Vegetation. Die Unterbilanz resultiert vorwiegend aus dem trockenen Herbst und Frühwinter 1969 sowie den Monaten Mai und August.

4. Versuchsergebnisse zum Feldversuch

4.1. Versuch Walzenberg a, 1968/69 zu Winterweizen - 1. Nachwirkung

4.1.1. Ertragskomponenten und Erträge

Für die Definition des Ertrages ist die Kenntnis seiner Komponenten entscheidend. Unter Feldversuchsbedingungen ist die direkte Ermittlung der Keimdichte (KD), der Bestandesdichte (BD) als Zahl ährentragender Halme/ m^2 , des sich daraus ergebenden produktiven Bestockungsfaktors (BF) sowie das Tau-

sendkorngewicht (TKG) möglich. Korn-Zahl je Ähre und Einzelährengewicht lassen sich je nach Bedarf aus den vorgenannten Größen rechnerisch ermitteln, wenn sie nicht labormäßig erfaßt werden.

Aus Tabelle 8 lassen sich für die Keimdichte erwartungsgemäß keine wesentlichen Unterschiede zwischen den gedüngten Blattmengen feststellen. Mit durchschnittlich 295 Pflanzen/m² ist sie sehr gering und auf die begrenzte Saatstärke von 200 kg/ha, den späten Bestellungstermin und dem sich daraus ergebenden niedrigeren Feldaufgang zurückzuführen. Nur über die bereits genannte gute Bestockung - sie liegt bei durchschnittlich 1,45 - konnte eine Bestandesdichte erreicht werden, die mit ca. 430 ährentragenden Halmen/m² die Voraussetzung für einen hohen Ertragsdurchschnitt gab. Eine Abhängigkeit der Bestandesdichte von der Höhe der Blattgabe läßt sich in Tabelle 8 nur begrenzt ablesen. So findet sich eine schwache positive Beeinflussung der Bestockung und damit der Bestandesdichte lediglich in der N₀-Stufe. Sie wird bei N=50 kg/ha weitgehend verwischt. Bei der bekannten Korrelation zwischen Stickstoff und Bestockung muß dem Rübenblatt eine diesbezüglich begrenzte Stickstoffwirkung zugesprochen werden. Diese Aussage gilt umso mehr, als die mineralische (=Dünger)-Stickstoffwirkung gut sichtbar ist. Dieser Sachverhalt deutet bereits auf eine unterschiedliche Stickstoffnachlieferung zur Pflanze, die aus dem Rübenblatt wesentlich langsamer und für einen Bestockungsreiz zu spät erfolgt.

Erstaunlicher Weise werden auch die Tausendkorngewichte nur unwesentlich von den Rübenblattvarianten beeinflusst. Sie gehen bei hohen Blattgaben sogar um durchschnittlich 0,7 bis 1,5 g zurück, was nach dem allgemeinen Ertragsverlauf bei steigender Stickstoffdüngung auf eine beginnende Depression durch Überangebot an Stickstoff zurückzuführen ist. So müssen letzten Endes alle Ertragsunterschiede, die zwischen den Blattgaben und der Kontrolle bestehen, auf einer gleichsinnigen Veränderung der Kornzahl je Ähre und bei gleichem TKG demzufolge auch dem Einzelährengewicht basieren.

Tabelle 8:

Zu einigen Ertragskomponenten von Winterweizen nach Rübenblattdüngung

Rauisch - Holzhausen 1968/69 Vers. Walzenberg a₁

A. Keimdicke (=KD), Bestandesdicke (=BD), produktiver Bestockungsfaktor (=BF)

Var.	I			II			III			IV			V		
	-			50 dz/ha Rüben- Blatt			75 dz Rü-Bl.			100 dz Rü-Bl.			75 dz Rü-Bl. + K-Steig.		
	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF
N ₀	280	324	1,16	268	312	1,16	324	344	1,06	304	376	1,24	300	456	1,52
N ₅₀	304	448	1,47	284	468	1,65	332	452	1,36	280	436	1,56	276	384	1,39
N ₇₅	284	440	1,55	304	388	1,26	296	436	1,47	320	420	1,31	348	512	1,47
N ₁₀₀	268	484	1,81	316	496	1,57	300	504	1,68	304	496	1,63	288	476	1,65
Mittel	284	424	1,49	293	415	1,42	313	434	1,39	302	432	1,43	303	457	1,51

B. Tausendkorngewicht in g absolute Trockenmasse		
N ₀	43,3	43,7
N ₁	42,0	42,8
N ₂	41,8	42,0
N ₃	40,5	40,8
Mittel	41,9	41,2

Zur Erfassung der Nährstoffbilanz wurde neben dem Korn auch der Strohaufwuchs ermittelt. Beide Ertefraktionen werden neben den Gesamterträgen in Tabelle 9 mitgeteilt. Wenn in der Kontrolle (= ohne Rübenblatt) in $N_2=75$ kg/ha N mit 50,2 dz/ha der höchste Kornertrag des Gesamtversuches erzielt wird, sieht man von Variante V_1 mit zusätzlicher Kaligabe ab, ist das kein abwertendes Urteil für die Rübenblattwirkung. Erfahrungsgemäß werden im optimalen Stickstoffdüngungsbereich variantenbedingte Einflüsse weitgehend nivelliert. Sie kommen vielmehr in den Extremen, d.h. bei Mangel und Überangebot von Stickstoff bzw. Nährstoffen zum Vorschein. So auch bei der Rübenblattdüngung. Mit Mehrerträgen von 6,5 - 9,0 dz/ha in N_0 und 4,2 - 4,7 dz in N_1 hebt sie sich gesichert in diesem Stickstoffmangelbereich von der Kontrolle ab. Die Ertragsunterschiede entsprechen dabei nicht immer den gedüngten Blattmengen, sind andererseits jedoch zu gering, um sich innerhalb der Blattvarianten statistisch abzusichern zu lassen. In N-Stufe 2 liegen alle Erträge wie bereits betont mit einer Differenz von nur 1,4 dz/ha sehr eng beieinander. Aber bereits hier deutet sich nach den hohen Blattgaben von 75 und 100 dz/ha ATM eine beginnende Depression an, die sich bei weiterer Stickstoffdüngung in N_3 (= 100 kg N) gesichert nachweisen läßt. Das trifft von N_2 zu N_3 auch für die Kontrolle zu, nicht aber für die niedrige Blattgabe in Var. II, die mit 49,7 dz noch im optimalen Ertragsbereich verbleibt.

Bei den Stroherträgen ist die Differenzierung zwischen den Varianten wesentlich stärker ausgeprägt. Dabei nehmen die hohen Blattgaben einen nahezu gesetzmäßigen Ertragsverlauf, indem sie sich ähnlich den Aufwandmengen verhalten und hierbei erst in der höchsten N-Düngungsstufe durch beginnende Depression beeinflußt werden. Die in den einzelnen N-Stufen auftretenden absoluten und relativen Mehrerträge zur Kontrolle sind teilweise außerordentlich hoch und lassen sich folgender Übersicht entnehmen:

	N_0	N_{50}	N_{75}	N_{100}
50 dz/ha Blatt	6,0dz 16,5%	6,7 11,7	-2,0 -3,0	-4,0 -6,1
75 dz/ha Blatt	1,3dz 3,6%	6,7 11,7	12,1 18,2	14,1 21,4
100dz/ha Blatt	20,8dz 57,3%	24,1 42,2	16,8 25,3	15,4 23,4

Tabelle 9:

Rübenblattdüngung zu Winterweizen

Rauisch - Holzhausen 1968/69

Erträge in dz/ha absol. Trockenmasse

* Höchstertrag □ Höchstertragsgebiet (3,5% vom Höchstertrag)

Varianten	I	II	III	IV	V	
N-Stufe	Kontrolle ohne Rü-Bl.	50dz/haATM Rü-Blatt	75	100	75	K-Stufe
					zur Kaliwir- kung mit N=(75)	
<u>I. Korn</u>						
N ₀ (0)	30,2 0,78	36,7 1,67	39,0 1,40	36,7 0,55	48,3 1,24	K ₀ (ohne K)
N ₁ (50)	44,1 1,42	48,3 0,85	48,8 1,29	48,8 1,22	52,0* 1,08	K ₁ (100kg/ha)
N ₂ (75(50+25))	50,2 0,77	49,7 1,11	48,8 0,75	48,8 0,78	49,2 0,93	K ₂ (200kg/ha)
N ₃ (100(60+40))	47,8 1,65	49,7 0,87	45,5 1,58	45,5 1,64	49,7 0,77	K ₃ (250kg/ha)
<u>II. Stroh</u>						
N ₀	36,3 0,61	42,3 1,68	37,6 1,71	57,1 0,71	75,9 1,24	K ₀
N ₁	57,1 1,32	63,8 1,15	63,8 1,31	81,2 3,36	79,2 1,03	K ₁
N ₂	66,5 1,18	64,5 0,97	78,6 2,55	83,3 1,23	81,9 1,47	K ₂
N ₃	65,8 1,73	61,8 1,24	79,9 4,36	81,2 1,18	83,9* 1,53	K ₃
<u>III. Gesamt</u>						
N ₀	66,5 0,99	79,0 2,37	76,6 2,21	93,8 0,90	124,2 1,75	K ₀
N ₁	101,2 1,94	112,1 1,43	112,6 1,83	130,0 3,57	131,2 1,48	K ₁
N ₂	116,7 1,41	114,2 1,47	127,4 2,66	132,1 1,46	131,1 1,74	K ₂
N ₃	113,6 2,39	111,5 1,51	125,4 4,64	126,7 2,02	133,6* 1,71	K ₃

Schwer erklärbar ist der Ertragsverlauf der 50 dz-Blattvariante. So wird in N_0 ein Ertrag ermittelt, der über der 75 dz-Blattgabe liegt, in N_1 identisch mit ihr ist und in den folgenden Stickstoffgaben unter die Kontrolle absinkt. Im Übrigen sind die rübenblattbedingten Stroherträge so dominierend, daß die Gesamterträge von den Stroherträgen bestimmt werden.

Da für die Rübenblattwirkung der Stickstoff als der bestimmende Faktor angesehen werden kann, wurde mit Variante V eine mittlere Blattgabe einbezogen, die bei ausschließlicher N_2 (=75kg)-Düngung analog den N-Stufen eine Kalisteigerung von $K_0=0$, $K_1=100$, $K_2=200$, $K_3=250$ kg/ha K_2O erhielt. Die Frage nach der Kaliwirkung muß sich stellen, wenn man um die hohen Kalimengen von 350-500 kg/ha weiß, die bei mittleren bis hohen Blatternten dem Boden wieder zugeführt werden. Als Versuchsort eignen sich bei derartiger Versuchsanstellung natürlich kalibedürftige Böden wesentlich besser als solche mit guter Nährstoffversorgungsstufe. Das gilt auch für die hiesige Parabraunerde, die ihr Kali sehr leicht an die Pflanze abgibt und demzufolge sehr träge auf Kaligaben reagiert. Dieser Sachverhalt kommt bei den Kornerträgen sehr deutlich zum Ausdruck. Zwar ist von K_0 zu K_1 eine Ertragssteigerung von 3,7 dz vorhanden, die bei weiterer Zuführung von 100 kg K_2O in nahezu gleichem Maße wieder rückläufig ist. Eine nochmalige Gabe von 50 kg K_2O bleibt ohne Einfluß. Wesentlich deutlicher zeichnen die Stroherträge, als sie mit den Kalisteigerungen kontinuierlich um jeweils ca. 3 dz/ha zunehmen. Diese Wirkung war eher zu erwarten, als bei den hohen Strohernten, verbunden mit höheren Kaligehalten, entsprechend große Kalimengen dem Boden entzogen werden (s. Tabelle 9).

4.1.2. Nährstoffaufnahme und -Verwertung

Nährstoffgehalte und Nährstoffaufnahme liefern recht gute Hinweise dafür, inwieweit der einzelne Nährstoff der Pflanze für Wachstum und Ertrag zur Verfügung stand. Nach Anhang 2 A steigen die N-Gehalte im Korn mit den Blattdüngergaben nur unwesentlich an. Beim Stroh ist eine derartige Tendenz nicht vorhanden. D.h., daß für beide Erntefractionen die Stickstoffaufnahme (s. Tab. 10) direkt der Ertragsbildung entspricht

Tabelle 10:

Rübenblattdüngung zu Winterweizen

Rauisch - Holzhausen 1968/69 Feldversuch "Walzenberg a₁"Nährstoffaufnahme in kg/ha

Var.	N					K					P				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
N-St.	-	50 Blatt	75 Bl.	100 Bl.	75 Bl. + Kali										
<u>Korn</u>															
N ₀ (0)	57,4	73,4	73,3	71,2	95,2	16,0	19,2	20,2	19,0	23,0	13,4	16,4	17,1	16,4	19,0
N ₁ (50)	82,5	90,8	91,3	97,6	105,6	24,5	24,2	25,9	26,1	25,6	21,1	20,4	22,6	23,2	21,1
N ₂ (75)	96,9	99,4	99,1	103,5	99,4	27,2	24,7	24,6	24,1	26,5	22,8	20,4	20,6	18,7	21,6
N ₃ (100)	95,6	104,9	99,2	101,0	103,9	23,6	25,6	25,3	24,5	24,6	19,5	19,9	20,6	19,8	20,3
<u>Stroh</u>															
N ₀	12,0	12,7	11,3	14,9	24,3	51,4	65,8	63,5	105,6	141,2	3,56	3,17	2,90	2,74	3,42
N ₁	17,1	19,8	20,4	26,0	27,7	87,9	105,3	113,6	152,7	163,2	3,65	3,70	3,96	3,90	3,56
N ₂	26,6	21,9	30,7	35,0	33,6	113,7	121,9	158,0	174,9	172,0	5,79	3,42	3,93	5,58	4,34
N ₃	23,7	28,4	17,5	22,7	33,6	113,8	118,7	104,8	78,4	173,7	3,62	3,83	2,25	7,47	4,61
<u>Gesamt</u>															
N ₀	69,4	86,1	84,6	86,1	119,4	67,3	85,0	83,7	124,6	164,2	16,9	19,6	20,0	19,2	22,4
N ₁	99,6	110,6	111,7	123,6	133,3	112,4	129,5	139,5	178,8	188,7	24,8	24,1	26,5	27,1	24,6
N ₂	123,5	121,3	129,7	138,5	133,0	140,9	146,6	182,5	199,0	198,5	27,6	23,9	24,6	24,3	25,9
N ₃	119,3	133,3	116,7	103,8	137,5	137,4	144,3	130,1	102,8	198,3	23,1	23,8	22,8	27,3	24,9

und damit auch eine Verwertung dieses Nährstoffes vergleichbar ist mit der Kontrolle = ohne Rübenblatt (s.Tab.11). Die Kalium-Gehalte lassen bei Korn keine Aussage zu. Sie steigen aber im Stroh sukzessiv mit den Blattgaben an, so daß die Aufnahme den gleichen Verlauf wie die Ertragsbildung nimmt, jedoch mit stärkeren Differenzen zur Kontrolle ausgezeichnet ist. Im Phosphor-Gehalt lassen sich in Anlehnung an die relativ geringen Phosphatmengen, die über die Blattdüngung dem Boden zugeführt werden, weder im Korn noch im Stroh Abweichungen zur Bezugsgröße feststellen. Die Phosphoraufnahmen werden demnach ausschließlich von den Erträgen bestimmt. In gleichem Maße trifft das auch für die übrigen in Anhang 2 B wiedergegebenen Kationen Na, Ca und Mg zu.

Die bereits angesprochene Stickstoffverwertung gibt noch keine Aussage über die Ausnutzung des Rübenblattstickstoffes. Zu derselben gelangt man, wenn die Differenz zwischen der Stickstoffaufnahme von Kontrolle und Blattvariante in Bezug zum eingepflügten Rübenblattstickstoff gesetzt wird, wie es in Tabelle 11 angegeben ist. Sie liegt im Durchschnitt bei einer relativen Größenordnung von 8,6% und wird nur von der niedrigen Blattgabe mit 11,6% überschritten. Entsprechend dem Entzugspotential ist es verständlich, daß diese Größenordnung vom Kornertrag bestimmt und nur unwesentlich vom Stroh beeinflußt wird.

Analog den Stickstoffstufen wurden bei der mittleren Blattgabe von 75 dz/ha ATM Kalisteigerungen geprüft, um eine Aussage über die Wirksamkeit des Blattkaliums zu gewinnen. Trotz der im Rübenblatt vorhandenen nahezu 3-fachen Menge an Kalium (= K_2O) gegenüber Stickstoff reagieren die Kornerträge auf zusätzliches Düngerkalium schwach, die Stroherträge etwas deutlicher. Beide Reaktionen sind im Vergleich zu denen nach Stickstoff unbedeutend und beweist, daß das Rübenblattkalium zur Ernährung der Folgefrucht ausreicht. Diese Aussage dürfte auf gut mit Kalium versorgte Böden zutreffen, die den Nährstoff auch leicht an die Pflanze abgeben. Zur Erzielung von Höchsterträgen erweist sich jedoch auch hier eine Zudüngung an Kalisalz als notwendig. Die Ausnutzung dieser Kaligabe durch die Pflanze ist verglichen zum Ertragszuwachs entsprechend gering.

Tabelle 11:

Rübenblattdüngung zu Winterweizen im Feldversuch

Rauisch - Holzhausen 1969, Vers. "Walzenberg a."

Die Ausnutzung des Rübenblattstickstoffs (=A in %) über die Aufnahme und die Verwertung (=VW in kg/ha) in Abhängigkeit von der Blattdüngung

dz/ha ATM		I ohne Rü-Blatt			II 50 ZuR-Blatt			III 75 Rü-Blatt			IV 100 Rü-Blatt		
kg/ha Rü-Blatt- N		-			90			135			180		
Wirkung		N-Aufn.	A aus N Dgg.	VW	N-Aufn.	A	VW	N-Aufn.	A	VW	N-Aufn.	A	VW
<u>Korn</u>													
N ₀	(0)	57,4	-	52,6	73,4	17,8	50,0	73,3	11,8	53,2	71,2	7,7	51,5
N ₁	(50)	82,5	50,2	53,4	90,8	9,2	53,1	91,3	6,6	53,4	97,6	8,4	50,0
N ₂	(75)	96,9	52,7	51,8	99,4	2,8	50,0	99,1	1,6	49,2	103,5	3,7	47,1
N ₃	(100)	95,6	38,2	50,0	104,9	10,3	47,3	99,2	2,7	45,8	101,0	3,0	45,0
<u>Mittel</u>		83,1	47,0	52,0	92,1	10,0	50,1	90,7	5,7	50,4	93,3	5,7	48,4
<u>Stroh</u>													
N ₀		12,0	-	302,5	12,7	0,8	333,0	11,3	-	332,7	14,9	1,6	383,2
N ₁		17,1	10,2	333,9	19,8	3,0	322,2	20,4	2,4	312,7	26,0	4,9	312,3
N ₂		26,6	19,4	250,0	21,9	-	294,5	30,7	3,0	256,0	35,0	4,7	238,0
N ₃		23,7	11,7	277,6	28,4	5,2	217,6	17,5	-	285,1	22,7	-	257,7
<u>Mittel</u>		19,9	10,3	291,0	20,7	2,3	291,8	20,0	1,4	296,6	24,7	2,8	297,8
<u>Gesamt</u>													
N ₀		69,4	-	95,8	86,1	18,6	91,7	84,6	11,3	90,5	86,1	9,3	108,9
N ₁		99,6	60,4	101,6	110,6	12,2	101,3	111,7	8,9	100,8	123,6	13,3	105,1
N ₂		123,5	72,1	94,4	121,3	-	94,1	129,7	4,6	98,2	138,5	8,3	95,3
N ₃		119,3	49,9	95,2	133,3	15,6	83,6	116,7	-	107,4	103,8	-	122,0
<u>Mittel</u>		103,0	45,6	96,8	112,8	11,6	92,7	110,7	6,2	99,2	114,0	7,7	107,8

4.1.3. Der Abbau des Rübenblattes im Boden

Untersuchungen zu dieser Problematik bieten sich an, da der niedrige Stickstoffausnutzungsgrad auf eine geringe Mineralisation und damit auf einen sehr zögernden Abbau der Blattmasse im Boden schließen läßt. Abbildung 3 bringt die wöchentlichen Atmungswerte in $\text{mg CO}_2/\text{h/m}^2$. Sie lassen einen Bezug zur Blattmenge erkennen, der nicht immer sehr regelmäßig ist. So liegt die Atmungskurve der 50 dz-Blatt-Variante mit Ausnahme der Septemberwerte nur gering über der Kontrolle, während die Meßwerte der beiden hohen Blattgaben bis zum August analog zu der eingebrachten Substanz verlaufen. Die Herbstwerte bringen wiederum Abweichungen von der erwarteten Gesetzmäßigkeit, so daß vermutet werden muß, daß der willkürlich erfaßte Atmungsraum ungleichmäßig eingearbeitetes Blattmaterial enthält. Im Übrigen zeigen die Atmungskurven den typischen Jahreseinfluß mit dem Maximum im Frühsommer und den abfallenden Werten zum Herbst. Setzt man nun diese Atmungswerte, die nach Abzug der Kontrolle größtenteils aus dem Rübenblatt stammen, zum Gesamtkohlenstoffgehalt der zugeführten Blattmenge, gelangt man zu folgendem relativen Abbau:

Var.	I	II	III	IV
kg/ha ATM Blatt	-	5000	7500	10000
kg/ha C im Blatt	-	1800	2700	3500
kg C mehr veratmet als Kontrolle		169	410	525
Prozent Blattabbau		9,4	15,2	14,6

Mit 10-15% ergeben sich Zahlen, die einen Hinweis auf die nur 10%-ige Stickstoffausnutzung geben. Das gilt umso mehr, als aus dem Atmungsverlauf die Mineralisation der Blattmasse recht träge verläuft und die dabei nur zögernd freigesetzten Nährstoffe z.T. wieder an die Boden- und Humussubstanz fixiert werden.

4.1.4. Befall mit Fußkrankheiten

Hierbei wurde nur die Halmbruchkrankheit *Cercospora heliothrichoides* FRON erfaßt, indem vom Be-

Abb. 3
Rübenblattdüngung zu Winterweizen im Feldversuch
 Rausch-Holzhausen 1969 - Versuch Walzenberg a 1 -
 Der Abbau des Rübenblattes = Bodenatmung,
 Mineralisation (= Lös N) in Abhängigkeit von der Witterung

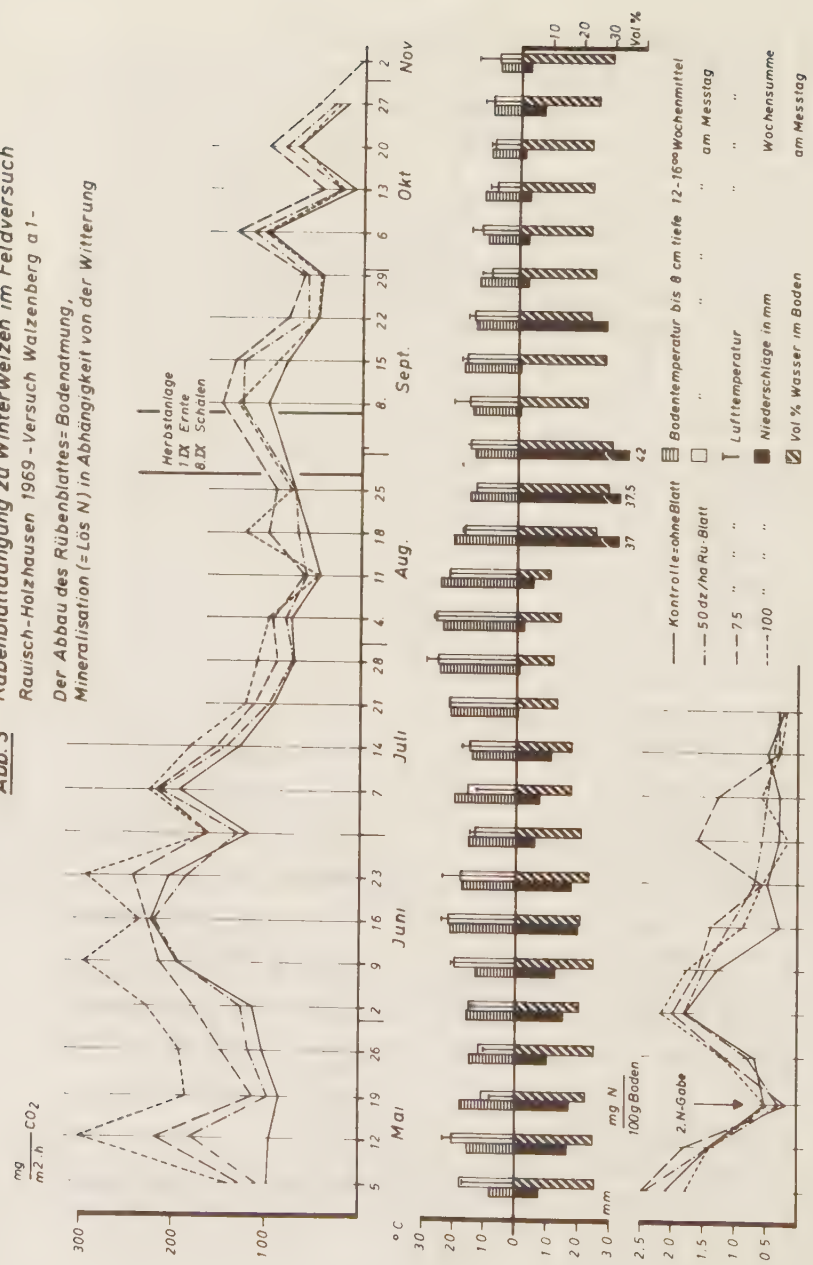
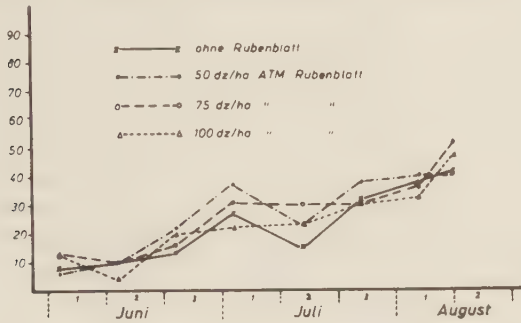


Abb. 4 A Rübenblattdüngung zu Winterweizen

Rausch-Holzhausen 1969 Vers. Walzenberg a₁

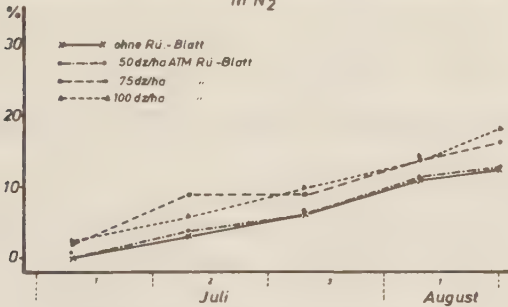
Der Infektionsverlauf mit *Cercospora herpotrichoides* Fr. in N₂



B Rübenblattdüngung zu Sommergerste-2. Nachwirkung

Rausch-Holzhausen 1970, Vers.: Walzenberg a₁

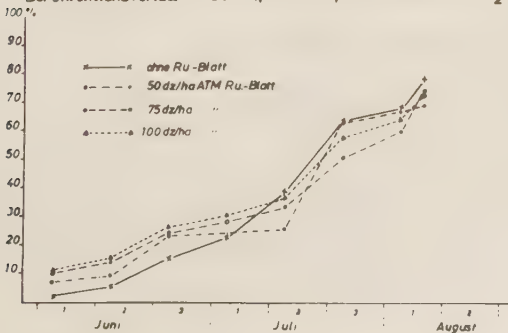
Der Infektionsverlauf mit *Cercospora herpotrichoides* Fr. in N₂



c Rübenblattdüngung zu Winterweizen

Rausch-Holzhausen 1970, Vers. Rainacker a₁

Der Infektionsverlauf mit *Cercospora herpotrichoides* Fr. in N₂



ginn des Schossens bis zur Gelbreife aus jeder Variante und Wiederholung ca. 100 Pflanzen gezogen und nach ihrem Schädigungsgrad klassiviziert wurden. Diese Bonitur wurde im Hinblick darauf durchgeführt, als die Stickstoffversorgung der Getreidepflanze häufig als Ursache für den Krankheitsgrad angesehen wird. Die mit den Blattgaben variierenden Stickstoffmengen sollten also in ihrem möglichen Einfluß auf den Befall erfaßt werden. Als einheitliche N-Stufe wurde N_2 mit 75 kg/ha N gewählt. Das Ergebnis der Auszählungen wird in Abbildung 4 A mitgeteilt. Die Einstufungen in die einzelnen Befallsgrade werden hierbei prozentual zur gesamten Pflanzenzahl pro Variante angegeben. Sie bestätigen unsere langjährige Erfahrung, daß eine erhöhte Stickstoffversorgung nur bedingt zu einem verstärkten Halmbruchbefall führt. So wird in der Spalte "++ = insgesamt befallene" ein Stickstoffeinfluß erst ab einer Rübenblattgabe von 75 dz/ha Trockenmasse sichtbar. Da der schwerkranke Anteil gering und ohne Einfluß der zugeführten Blattmenge bleibt, geht der Mehrbefall von 7-10% ausschließlich auf den leichtkranken Pflanzenanteil. Derselbe bleibt ohne Einfluß auf die Ertragsbildung.

4.2. Versuch Walzenberg a, 1969/70 zu So-Gerste - 2. Nachwirkung

Unter Hinweis auf die technischen Daten in Tabelle 2 sei ergänzend bemerkt, daß die Versuchsfläche nach Ernte des Winterweizens unmittelbar geschält und bis zur Winterfurche schwarz gehalten wurde. Die K/P-Gabe erfolgte vor dem Pflügen auf den Varianten I-IV einheitlich und in gleicher Höhe wie 1969. Das gilt bei Variante V auch für den Phosphor, während das Kalium entsprechend den Steigerungsstufen des ersten Versuchsjahres abgedüngt wurde.

4.2.1. Ertragskomponenten und Erträge

Nach Tabelle 12 ist die Keimdichte mit durchschnittlich 330 Pflanzen/m² relativ gering. Die Varianten weichen von diesem Mittel nur geringfügig ab. Der bereits erwähnte Witterungsablauf hielt die Bestockung in Grenzen, so daß bei einem Faktor von durchschnittlich 1,3 ca. 430 ährentragende Halme/m² gebildet wurden. Diese Bestandesdichte reicht bei Sommergerste für eine optimale Ertragsbildung nicht aus, wie es in Tabelle 13

Tabelle 12:

Zu einigen Ertragskomponenten von Sommergerste nach Rübenblattdüngung - 2. Nachwirkung

Rauisch - Holzhausen 1969/70, Vers. Walzenberg a1

A. Keimdichte (=KD), Bestandesdichte (=BD), produktiver Bestockungsfaktor (=BF)

Var.	I Kontrolle = ohne Rü-Blatt			II 50dz/ha ATM Rü- Blatt			III 75 dz/ha			IV 100 dz/ha			V 75dz/ha+K-Steig.		
	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF
N ₀ (0)	344	404	1,17	336	404	1,20	316	420	1,33	316	436	1,38	360	496	1,38
N ₁ (20)	312	432	1,38	336	440	1,31	312	420	1,35	308	468	1,52	340	480	1,41
N ₂ (40)	336	408	1,21	332	420	1,27	324	452	1,40	296	440	1,49	320	420	1,31
N ₃ (60)	360	400	1,11	304	324	1,39	348	432	1,24	344	472	1,37	344	476	1,38
Mittel	338	411	1,22	327	397	1,29	325	431	1,33	316	454	1,44	341	467	1,37

B. Tausendkorngewicht in g absolute Trockenmasse

N ₀ (0)	37,8	38,0	40,5	36,5	37,0
N ₁ (20)	38,1	38,2	38,1	37,0	36,4
N ₂ (40)	41,7	36,7	34,9	35,6	35,9
N ₃ (60)	37,3	35,6	39,0	38,8	36,2
Mittel	38,7	37,1	38,1	37,0	36,6

Tabelle 13:

Rübenblattdüngung zu Sommergerste - 2. Nachwirkung

Rauisch - Holzhausen 1969/70, Vers. Walzenberg a₁

Erträge in dz/ha absol. Trockenmasse

* Höchstertrag □ Höchsterrtragsgebiet (3,5% vom Höchstertrag)

Varianten	I Kontrolle ohne Rü-Bl.	II 50dz/ha ATM Rü-Blatt	III 75	IV 100	V 75 zur Kaliwir- kung mit N ₂ (75)	K-Stufe in
N ₀ (0)	31,4 ± 1,10	32,1 1,23	34,3 1,01	32,9 1,39	34,3 1,48	K ₀ (ohne K)
N ₁ (20)	35,4 ± 0,78	37,5 0,57	37,9 0,71	36,1 0,76	36,8 0,78	K ₁ (100kg/ha)
N ₂ (40)	37,5 ± 0,78	38,2 0,28	36,1 0,70	33,9 0,57	35,7 0,69	K ₂ (200kg/ha)
N ₃ (60(40+20))	37,1 ± 1,02	38,6* 0,38	35,4 1,09	35,0 0,81	37,9 0,27	K ₃ (250kg/ha)

<u>II. Stroh</u>						
N ₀	26,1 ± 1,58	29,7 1,14	31,4 1,40	30,7 2,38	36,6 0,86	K ₀
N ₁	27,4 ± 2,44	30,7 0,60	33,7 1,32	31,7 0,97	36,0 0,62	K ₁
N ₂	28,7 ± 0,74	32,7 0,86	33,7 2,60	35,3 0,78	37,0 0,96	K ₂
N ₃	34,3 ± 1,28	35,6 0,66	34,7 1,76	38,0* 0,61	33,7 0,70	K ₃

<u>III. Gesamt</u>						
N ₀	57,5 ± 1,93	61,8 1,68	65,7 1,51	63,6 2,76	70,9 1,71	K ₀
N ₁	62,8 ± 2,56	68,2 0,83	71,6 1,50	67,8 1,23	72,8 1,00	K ₁
N ₂	66,2 ± 1,08	70,9 0,91	69,8 2,69	69,2 0,97	72,7 1,18	K ₂
N ₃	71,4 ± 1,64	74,2* 0,76	70,1 2,07	73,0 1,01	71,6 0,75	K ₃

mit durchschnittlich 37 dz/ha sehr deutlich zum Ausdruck kommt. Zu erwähnen wäre jedoch, daß mit steigender Blattgabe der Bestockungsfaktor und damit die Bestandesdichte kontinuierlich zunehmen, was auf eine steigende Stickstoffverfügbarkeit aus dem Rübenblatt schließen läßt. Dieser Einfluß kommt nicht zuletzt auch in einer stärkeren Lagerung des Bestandes selbst in den unteren N-Stufen zum Ausdruck. Im Zusammenhang damit steht das Tausendkorngewicht, welches mit steigenden Blattgaben schwach abnimmt.

Das direkte Einflügen des unzerkleinerten Rübenblattes im Herbst 1968 ließ nach den Ergebnissen zu Winterweizen vermuten, daß die Mineralisation nach einem Jahr noch nicht abgeschlossen ist. Es lag daher nahe, sie im 2. Versuchsjahr weiter zu verfolgen, um hierdurch zu einer höheren Ausnutzungsquote des Rübenblattstickstoffes zu gelangen. Nach Tabelle 13 sind Mehrerträge der Blattvarianten für Korn und Stroh tatsächlich nachweisbar, obwohl die Bodenverhältnisse für eine Mineralisation ungünstig waren. Erwartungsgemäß niedrig ist die Wirkung der Variante II mit niedrigster Blattgabe. Die Kornerträge behalten in allen N-Stufen mit einer positiven Differenz von 1-3 dz/ha (= 102-106%) einen nahezu gleichen Abstand zur Ertragsbildung der Kontrollvariante I. In Variante III mit mittlerer Blattgabe ist der Ertragszuwachs im Stickstoffbereich N_0 und N_1 mit 2,9 und 2,5 dz/ha (=109-107%) stärker ausgeprägt, während Variante IV mit 1,5 und 0,7 dz/ha (=105-102%), der niedrigen Blattgabe angelehnt ist. Beide Varianten (III und IV) fallen in den weiteren N-Stufen depressiv ab, was durch das bereits erwähnte stärkere Lager bedingt wird.

Wesentlich deutlicher ist die Wirkung der N-Nachlieferung beim Stroh. Die Mehrerträge lassen sich in absolut und relativ folgender Übersicht entnehmen:

Stroh	N_0		N_{20}		N_{40}		N_{60}	
	dz/ha	rel.	dz/ha	rel.	dz/ha	rel.	dz/ha	rel.
50 dz/ha Blatt ATM	3,6	13,8	3,3	12,0	4,0	13,9	1,3	3,8
75 dz/ha Blatt ATM	5,3	20,3	6,3	23,0	5,0	17,4	0,4	1,2
100 dz/ha Blatt ATM	4,6	17,6	4,3	15,7	6,6	23,0	3,7	10,8

Sie schwanken größtenteils in einem Bereich von 3-6 dz/ha, daB sind 12-23%. Variante III und IV reagieren in der Ertragsbildung nicht immer gleichsinnig mit der Blattmenge.

Die Wirkung der Kalisteigerung ist mit den Ergebnissen des 1. Versuchsjahres nicht vergleichbar. Sie verhält sich nahezu entgegengesetzt, als die Kornerträge positiv auf die Kaligaben reagieren, während das Stroh auf die ersten beiden K-Stufen keine Reaktion zeigt, um bei 250 kg/ha K_2O gesichert abzufallen. - Zusammen mit den Ergebnissen des Vorjahres scheint demnach eine Kaligabe nach Rübenblattdüngung zur Sicherung der Erträge nach wie vor angebracht zu sein. Sie braucht jedoch nicht dem Entzug einer Gesamternte zu entsprechen, sondern sollte etwa die Hälfte derselben betragen.

4.2.2. Nährstoffaufnahme und Verwertung

Die gesicherte Wirkung der Rübenblattdüngung muß zwangsläufig auch in den Stickstoffgehalten zum Ausdruck kommen, in der stickstoffreicheren Kornfraktion deutlicher als beim Stroh (s. Anhang 3 A). Alle übrigen Nährstoffe bleiben ohne Einfluß auf die entsprechenden Gehalte im Korn (s. Anhang 3 B). Lediglich im Stroh läßt sich nach Rübenblatt vermehrt Kalium und Natrium nachweisen, von 2 Elementen, die mit dem Rübenblatt in erheblichen Mengen dem Boden zugeführt werden. Nach Tabelle 14 ergeben sich aus dem bisher Gesagten für Stickstoff und Kalium entsprechend höhere Aufnahmen. Für die übrigen Kationen folgt sie direkt den Erträgen der Erntefractionen.

Eine Aussage über die Stickstoffausnutzung und Verwertung gibt Tabelle 15. Die Ausnutzung ist mit 6,6% für Variante II und jeweils 4,4% für die Varianten III und IV denkbar gering. Davon entfallen 2,6 bzw. 2,5 und 1,6% auf das Korn. Die erhöhte Stickstoffaufnahme wurde jedoch schlecht verwertet, was insbesondere bei der 100 dz/ha Blattgabe deutlich sichtbar wird. Dennoch hat sie bei allen Blattvarianten zu der bereits diskutierten Ertragssteigerung insbesondere beim Stroh ausgereicht.

Tabelle 14:

Rübenblattdüngung zu Sommergerste - 2. Nachwirkung
 Rauisch - Holzhausen 1969/70, Vers. Walzenberg a,
 Nährstoffaufnahme in kg/ha

Var.	N					K					P				
N-St.	I - 50 Blatt	II Blatt 75 Bl.	III 75 Bl.	IV 100 Bl.	V 75 Bl.+ Kali	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Korn															
N ₀	53,7	55,5	60,0	57,9	69,6	21,0	21,2	22,6	21,1	20,9	15,7	15,7	16,5	16,1	16,8
N ₁ (20)	62,3	65,3	69,0	68,6	72,9	22,0	23,6	23,5	22,0	22,5	17,0	18,0	17,8	17,7	17,7
N ₂ (40)	70,1	71,4	66,4	66,8	68,9	23,3	23,7	21,3	20,0	21,4	18,4	18,0	17,3	16,3	17,1
N ₃ (60)	72,4	75,7	71,9	73,2	74,7	23,0	23,9	21,2	21,0	23,1	17,8	18,1	17,4	16,1	18,2
Stroh															
N ₀	13,8	16,9	17,9	17,8	23,1	44,4	54,4	56,5	55,6	65,9	4,70	5,05	5,65	4,61	5,12
N ₁	14,8	18,7	19,6	20,9	23,0	48,5	55,9	62,4	60,9	68,4	4,38	4,61	5,73	5,07	5,40
N ₂	16,9	20,3	20,6	24,0	27,4	48,5	60,5	59,7	68,1	74,4	4,59	4,58	4,72	6,00	5,92
N ₃	22,0	25,6	24,3	28,1	21,2	63,5	75,8	70,8	80,6	63,7	5,15	5,34	4,51	5,70	5,73
Gesamt															
N ₀	67,5	72,5	77,9	75,7	92,7	65,4	75,5	79,2	75,6	86,8	20,4	20,8	22,1	20,7	21,9
N ₁	77,1	84,0	88,5	89,5	95,9	70,5	79,5	85,9	82,9	90,9	21,4	22,6	23,5	22,8	23,1
N ₂	87,1	91,7	87,0	90,8	96,3	71,8	84,2	81,0	88,1	95,8	23,0	22,5	22,1	22,3	23,1
N ₃	94,3	101,3	96,2	101,3	95,9	86,5	99,8	92,0	101,6	86,8	23,0	23,5	21,9	21,8	23,9

Tabelle 15:

Rübenblattdüngung zu Sommergerste im Feldversuch - 2. Nachwirkung

Rauisch - Holzhausen 1969/70, Vers. Walzenberg a.

Die Ausnutzung des Rübenblattstickstoffs (=A in %) über die Aufnahme und die Verwertung (VW in kg/ha) in Abhängigkeit von der Blattdüngung

dz/ha ATM		I ohne Rübenblatt				II 50 Rü-Blatt				III 75 Rü-Blatt				IV 100 Rü-Blatt			
kg/ha Rü-Blatt - N		-				90				135				180			
Wirkung		N-Aufn.	A aus N Dgg.		VW	N-Aufn.	A	VW	N-Aufn.	A	VW	N-Aufn.	A	VW			
<u>Korn</u>	N ₀ (0)	53,7	-		58,5	55,5	2,0	57,8	60,0	4,7	57,2	57,9	2,3	56,8			
	N ₁ (20)	62,3	43,0		56,8	65,3	3,3	57,4	69,0	5,0	54,9	68,6	3,5	52,6			
	N ₂ (40)	70,1	41,0		53,5	71,4	1,4	53,5	66,4	-	54,4	66,8	-	50,7			
	N ₃ (60)	72,4	31,1		51,2	75,7	3,7	51,0	71,9	0,4	49,2	73,2	0,4	47,8			
<u>Mittel</u>		64,6	38,4		55,0	64,7	2,6	54,9	66,8	2,5	53,9	66,6	1,6	52,0			
<u>Stroh</u>	N ₀	13,8	-		189,1	16,9	3,4	175,7	17,9	3,0	175,4	17,8	2,2	172,5			
	N ₁	14,8	5,0		185,1	18,7	4,3	164,2	19,5	3,6	171,9	20,9	3,4	151,7			
	N ₂	16,9	7,7		169,8	20,3	3,8	161,1	20,6	2,7	163,6	24,0	3,9	147,1			
	N ₃	22,0	13,6		155,9	25,6	4,0	139,1	24,3	1,7	142,8	28,1	3,4	135,2			
<u>Mittel</u>		16,9	8,7		175,0	20,4	3,9	160,0	20,6	2,8	163,4	22,7	3,2	151,6			
<u>Gesamt</u>	N ₀	67,5	-		85,2	72,5	5,6	85,2	77,9	7,7	84,3	75,7	4,6	84,0			
	N ₁	77,1	48,0		81,5	84,0	7,7	81,2	88,5	8,4	80,9	89,5	6,9	75,8			
	N ₂	87,1	49,0		76,0	91,7	5,1	77,3	87,0	-	80,2	90,8	2,1	76,2			
	N ₃	94,3	44,6		75,7	101,3	7,8	73,2	96,2	1,5	72,9	101,3	3,9	72,1			
<u>Mittel</u>		81,5	47,2		79,6	87,4	6,6	79,2	87,4	4,4	79,6	89,3	4,4	77,0			

4.2.3. Abbau des Rübenblattes im Boden

Die weniger beim Korn als beim Stroh noch gut nachweisbare Rübenblattwirkung ließ auf einen Abbau noch vorhandener Blattreste auch im 2. Jahr nach der Düngung schließen. Er ist nach Abbildung 5 durch die geringe Atmungsintensität der Blattvarianten nur schwach ausgeprägt. Aus den CO_2 -Werten errechnet sich ein C-Abbau von nur 103 bis 177 kg/ha, wobei die untere Menge für die niedrige Blattgabe, die obere für die hohe gilt. Diese Größenordnung entspricht einem mittleren Abbau von rd. 6%. Verglichen zur vorjährigen Abbaurate ist dieser Anteil um die Hälfte geringer. Er steht zwar im Einklang zur Ertragsbildung, widerspricht aber unseren Vorstellungen über die Abbaugeschwindigkeit leicht zersetzbarer organischer Substanz im Boden. Zur teilweisen Erklärung sei wiederum auf die Meßmethodik verwiesen, die weniger genaue Angaben über den absolut veratmeten Kohlenstoff macht als über die Dynamik der jahreszeitlich und witterungsmäßig bedingten Abbauvorgänge.

4.2.4. Befall mit Fußkrankheiten

Die Auszählungen wurden nach dem gleichen Schema wie im 1. Versuchsjahr durchgeführt. Nach Abbildung 4 B setzte der Befall außerordentlich spät ein, so daß zusammen mit einem geringen Infektionsdruck aus dem Vorjahr zum Zeitpunkt der Ernte mit durchschnittlich 15% Befall ein sehr geringer Infektionsgrad bestand. In den 10-tägigen Zwischenbonituren blieb die 50 dz/ha-Blattvariante nahezu identisch mit der Kontrolle. Die höheren Blattgaben blieben mit +3 -4 - Befallsprozenten innerhalb des Fehlerbereiches, d.h., sie blieben ohne Einfluß. Das umso mehr, als sich der genannte Mehrbefall auf den leichtkranken Anteil beschränkte.

4.3. Versuch Rainacker a, 1969/70 zu Wi-Weizen - 1. Nachwirkung

4.3.1. Ertragskomponenten und Erträge

Die analog dem Vorjahr erfaßten ertragsbestimmenden Faktoren sind in Tabelle 16 zusammengestellt. Bemerkenswert ist wiederum die niedrige Keimdichte von durchschnittlich 286 Pflanzen/m². Von den 400 keimfähigen Körnern, die pro m² ausgesät wurden, sind demnach nur 70% bestandesbildend geworden. Da auch der Be-

Abb. 5

Rübenblattdüngung zu Winterweizen im Feldversuch

2. Nachwirkung zu Sommergerste

Raich-Holzhausen 1970 - Versuch Walzenberg a 1

**Der Abbau des Rübenblattes = Bodenatmung,
Mineralisation (Lös N) in Abhängigkeit von der Witterung**

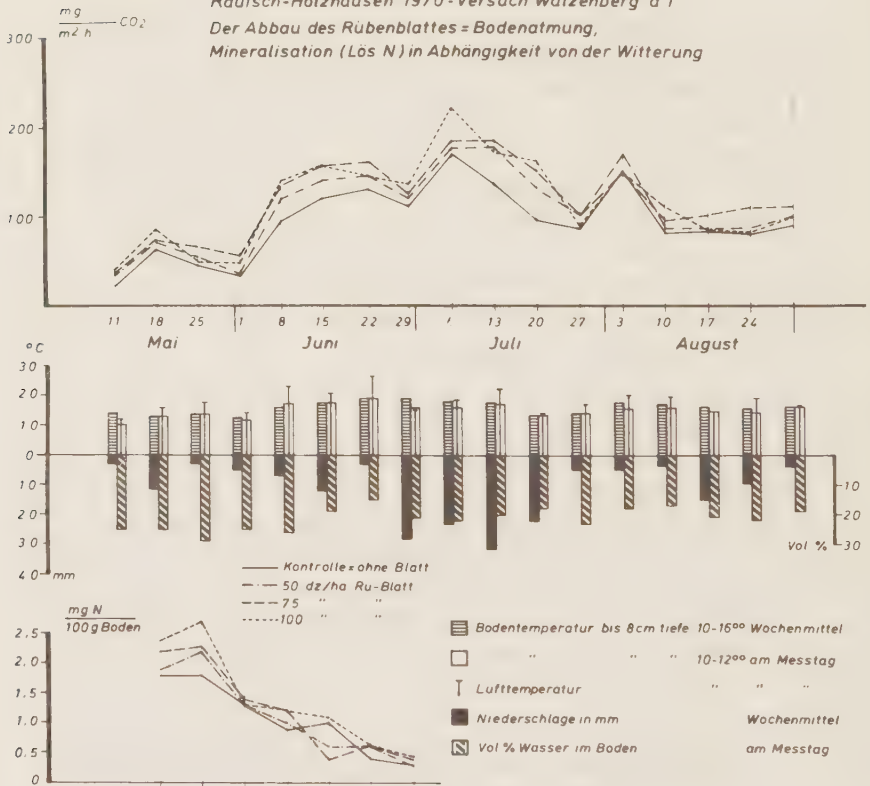


Tabelle 16:

Zu einigen Ertragskomponenten von Winterweizen nach Rübenblattddüngung

Raulsch - Holzhausen 1969/70, Vers. Raulnacker a₁

A. Keimdicke (=KD), Bestandesdicke (=BD), produktiver Bestockungsfaktor (=BF)

Var.	I Kontrolle ohne Rü-B1.			II 50dz/ha ATM Rü-B1.			III 75dz/ha			IV 100dz/ha		
	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF
N ₀ (0)	292	292	1,00	316	344	1,09	232	276	1,19	240	292	1,22
N ₁ (50)	272	288	1,06	316	364	1,15	324	332	1,02	260	332	1,28
N ₂ (75)	274	364	1,32	292	336	1,15	304	348	1,14	292	356	1,22
N ₃ (100)	280	348	1,24	288	364	1,26	320	368	1,15	272	348	1,28
Mittel	280	323	1,15	303	352	1,16	295	331	1,13	266	332	1,25

B. Tausendkorngewicht in g absolute Trockenmasse

N ₀ (0)	44,1	43,4	45,3	45,4
N ₁ (50)	43,6	42,9	41,7	42,6
N ₂ (75)	43,9	44,3	45,9	41,0
N ₃ (100)	43,2	41,9	41,3	38,4
Mittel	43,7	43,1	43,6	41,9

stockungsfaktor mit durchschnittlich 1,18 gering blieb, konnte nur ein Bestand von ca. 336 ährentragenden Halmen aufgebaut werden. Innerhalb der einzelnen Varianten tritt insofern eine Differenzierung ein, als in den Stickstoffmangelparzellen N_0 und N_1 die Bestockung mit steigender Blattgabe gleichsinnig verändert wird. In Kenntnis der unmittelbaren Abhängigkeit von Bestockung und Stickstoffdüngung kann folglich auf eine direkte Beeinflussung durch den Rübenblattstickstoff bereits zur Zeit der Bestockung geschlossen werden. Eine ähnliche Abhängigkeit läßt das TKG erkennen, wobei der Blatteinfluß auf die N_0 -Stufe beschränkt bleibt. In den übrigen N-Stufen wird er weitgehend verdeckt, eine Folge der ab N_1 auftretenden starken Getreidelagerung.

Aus diesen Ergebnissen läßt sich bereits jetzt feststellen, daß außer der Keimdichte nahezu alle übrigen Ertragskomponenten auf die Stickstoffnachlieferung aus dem Rübenblatt reagiert haben. Überraschend ist hierbei, daß diese Stickstoffnachlieferung bereits zum Zeitpunkt der Bestockung einsetzte, obwohl die allgemeinen Witterungsverhältnisse in diesem Vegetationsabschnitt eine rasche Mineralisation nicht gerade begünstigen konnten. Es ist verständlich, daß der Blatteinfluß von den steigenden Mineraldüngergaben allmählich überdeckt wird.

Die Erträge werden in dz/ha absolute Trockenmasse für Korn, Stroh und Gesamt in Tabelle 17 mitgeteilt. Für alle Erntefraktionen ist in N_2 mit 75 kg/ha N der Optimaldüngeraufwand des Untersuchungsjahres erreicht, denn bereits bei 100 kg N in N_3 folgt die Ertragsbildung der Gesetzmäßigkeit der Depression durch Überdüngung. Das trifft ganz besonders für die Rübenblattvarianten zu. Ihre positive Wirkung bleibt deshalb auf den Stickstoffbereich $N_0 - N_2$ beschränkt. Hier macht sich zunächst bei den Kornerträgen eine sehr gute Stickstoffwirkung aus dem Rübenblatt bemerkbar, die sich zwischen der 50 dz Blattvariante einerseits und den 75/100 dz Blattvarianten andererseits auszeichnet. So wird mit 42,3 dz/ha bei 50 dz Blatt in N_0 bereits ein Ertrag erzielt, der von der Kontrolle (ohne Blatt) erst in N_1 gebildet wird. Das heißt, daß man ganz grob auf eine Stickstoffwirkung von 50 kg/ha N durch Nachlieferung schätzen kann.

Tabelle 17:

Rübenblattdüngung zu Winterweizen

Rauisch - Holzhausen 1969/70, Vers. Rainacker a₁

Erträge in dz/ha absol. Trockenmasse

* Höchstertrag Höchstertragsgebiet (3,6% vom Höchstertrag)

Varianten		I Kontrolle ohne Rü-Bl.	II 50dz/ha ATM Rü-Blatt	III 75	IV 100
N-Stufe					
<u>I. Korn</u>					
N ₀ (0)	±	34,6 0,82	42,3 0,67	45,3 0,71	44,9 0,66
N ₁ (50)	±	42,3 0,71	45,3 0,91	44,9 0,57	44,9 0,74
N ₂ (75(50+25))	±	44,0 0,59	47,5* 0,38	44,5 0,95	43,6 0,69
N ₃ (100(60+40))	±	43,6 0,40	41,1 0,57	36,4 2,23	39,3 2,12
<u>II. Stroh</u>					
N ₀	±	39,7 0,95	51,8 0,90	55,8 0,50	53,5 1,24
N ₁	±	54,7 0,92	61,0 0,81	59,3 0,41	59,9 1,94
N ₂	±	58,7 1,49	65,1* 0,68	61,0 1,33	65,1 0,66
N ₃	±	57,0 0,47	59,3 0,61	59,3 2,01	60,4 0,36
<u>III. Gesamt</u>					
N ₀	±	74,3 1,26	94,1 1,12	101,1 0,87	98,4 1,41
N ₁	±	97,0 1,16	106,3 1,22	104,2 0,70	104,8 2,08
N ₂	±	102,7 1,60	112,6* 0,78	105,5 1,63	108,7 0,96
N ₃	±	100,6 0,62	100,4 0,84	95,7 3,00	99,7 2,15

Eine nahezu gleiche Wirkung wird von N_1 und N_2 beobachtet, wobei in N_2 mit 47,5 dz/ha der höchste Kornertrag des Gesamtversuches erreicht wird. Eine Zusatz-Stickstoffdüngung von 75 auf 100 kg N bedingt wie bereits erwähnt einen gesicherten Ertragsabfall. Bei der 75 und 100 dz Blattvariante findet sich das gleiche Phänomen wie im Vorjahr, daß zwar beide Varianten erwartungsgemäß im Stickstoffmangelbereich (N_0 , N_1) höher liegen als die niedrige Blattgabe, untereinander jedoch keine Leistungsunterschiede aufzeigen. Beide Varianten führen in N_0 mit rd. 45 dz Korn zu einer Blattstickstoffleistung, die erst mit der N_2 -Gabe (75 kg N) der Kontrolle vergleichbar ist. Diese Nachlieferung bzw. Verwertung an Blattstickstoff ist so hoch, daß sie bei entsprechender mineralischer Stickstoffzufuhr in N_2 bereits zu einer leichten Depression führen muß, die zwangsläufig in N_3 gesichert nachweisbar wird.

Bei den Stroherträgen gelangen wir ebenfalls zu deutlichen Variantenunterschieden, die jedoch mit der Blattaufwandmenge sehr schwer in Einklang zu bringen sind. Variante II (50 dz/ha Blatt) und IV (100 dz/ha Blatt) zeigen eine nahezu identische Ertragsbildung, die sich nach folgender Übersicht mit 13, 5,5, 6,4 und 2,9 dz/ha positiv von der Kontrolle N_0 - N_3 abhebt. Variante III mit 75 dz/ha Rübenblatt läßt aus dem Ertragsverlauf mit höheren Anfangswerten in N_0 und allmählich depressiven Erträgen ab N_1 eine höhere Stickstoffwirkung als die übrigen Blattgaben erkennen. Die 56 dz in N_0 entsprechen bei Interpolation zur Kontrolle einer Leistung von 60 kg/ha N.

<u>Korn</u>	N_0		N_{50}		N_{75}		N_{100}	
	dz/ha	rel. dz/ha	dz/ha	rel. dz/ha	dz/ha	rel. dz/ha	dz/ha	rel.
50 dz/ha Blatt	7,7	22	3,0	7	3,5	7	-2,5	- 6
75 dz/ha Blatt	10,7	31	2,6	6	0,5	1	-7,2	-17
100 dz/ha Blatt	10,3	30	2,6	6	-0,4	-0,9	-4,1	- 9

Stroh	N ₀		N ₅₀		N ₇₅		N ₁₀₀	
	dz/ha	rel.	dz/ha	rel.	dz/ha	rel.	dz/ha	rel.
50 dz/ha Blatt	12,1	31	6,3	12	6,4	11	2,3	4
75 dz/ha Blatt	16,1	41	4,6	9	2,3	4	2,3	4
100 dz/ha Blatt	13,8	35	5,2	10	6,4	11	3,4	6

Die Gesamterträge werden bei Variante II (50 dz Blatt) von den Kornerträgen, bei Variante III und IV (75/100 dz Blatt) von den Stroherträgen bestimmt. In der Ertragsbildung ergibt sich somit eine Differenzierung zum Vorjahr, als in der Vegetationsperiode 1968/69 das Rübenblatt nur die Hälfte der Wirksamkeit zeigte wie 1969/70.

4.3.2. Nährstoffaufnahme und Verwertung

Nach Anhang 4 A steigen die N-Gehalte im Korn mit der Blattdüngergabe und der Stickstoffdüngung sukzessiv an. Im Stroh liegen die gleichen Verhältnisse vor mit Ausnahme der Variante IV, deren Gehalte zu Variante III wieder abnehmen. Von den übrigen Nährstoffen sind Ca und Mg nach Rübenblattdüngung vermehrt im Korn, K und Mg reichlicher im Stroh zu finden (s. Anhang 4 B). Zusammen mit den Erträgen resultiert daraus eine insgesamt höhere Aufnahme nach der Blattdüngung.

Eine gleichmäßige Zunahme des Stickstoffgehaltes sowohl mit steigenden Blattgaben als auch mit der Höhe des Mineraldüngeraufwandes bedeutet für die N-Aufnahme einen steileren Verlauf im Anstiegsteil und einen stärkeren Abfall im Depressionsgebiet (s. Tab. 18). Dieser Sachverhalt muß zwangsläufig zu einer geringeren Stickstoffverwertung mit steigenden Blattgaben führen. Zwischen Verwertung und Ausnutzung des Rübenblattstickstoffes besteht nach Tabelle 19 ein direkter Zusammenhang. Ähnliches gilt für die Strohfraktion mit einer naturgemäß wesentlich höheren Stickstoffverwertung und extrem niedriger N-Ausnutzung.

Aus der N-Aufnahme der Gesamterträge errechnet sich nach Tabelle 19 ein Ausnutzungsgrad, der für die Varianten II, III und IV mit 12,9 , 10,4 und 8,7% fast identisch ist mit der Ausnut-

Tabelle 18:

Rübenblattdüngung zu Winterweizen
 Rauisch - Holzhausen 1969/70, Vers. Rainacker a,
 Nährstoffaufnahme in kg/ha

Var. N-St.	N				K				P			
	I - 50 Blatt	II	III 75 Bl.	IV 100 Bl.	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Korn</u>												
N ₀	63,7	82,1	89,7	90,3	17,7	21,2	21,8	23,2	15,3	18,1	18,8	20,5
N ₁ (50)	80,8	92,4	94,7	97,9	18,4	20,1	20,0	22,8	15,8	16,3	17,5	18,1
N ₂ (75)	86,2	99,8	98,4	98,1	21,8	21,5	21,6	20,3	19,2	18,6	18,9	17,7
N ₃ (100)	92,4	93,7	85,9	91,2	18,9	21,1	18,1	19,4	16,4	17,4	15,3	16,1
<u>Stroh</u>												
N ₀	14,3	20,7	22,9	23,5	43,7	65,8	74,8	69,0	4,01	5,18	4,91	4,98
N ₁	22,4	28,1	32,6	32,4	62,4	84,8	85,4	85,1	4,49	4,70	4,68	4,43
N ₂	28,8	35,2	38,4	39,7	74,0	88,5	94,6	102,2	4,58	5,92	5,73	5,08
N ₃	30,8	36,2	39,7	38,7	74,7	83,0	100,8	92,4	4,50	4,74	4,63	4,83
<u>Gesamt</u>												
N ₀	78,0	102,8	112,6	113,8	61,4	87,0	96,6	92,2	19,3	23,3	23,8	25,5
N ₁	103,2	120,5	127,4	130,2	80,8	104,9	105,4	107,9	20,3	21,0	22,2	22,5
N ₂	115,0	134,9	136,8	137,8	95,8	110,3	116,2	122,5	23,8	24,5	24,6	22,8
N ₃	123,2	129,9	125,6	129,8	93,6	104,1	118,9	111,8	20,9	22,2	19,9	20,9

Tabelle 19:

Rübenblattdüngung zu Winterweizen im Feldversuch

Rauisch - Holzhausen. 1969/70, Vers. Rainacker a₁

Die Ausnutzung des Rübenblattstickstoffs (=A in %) über die Aufnahme und die Verwertung (=VW in kg/ha) in Abhängigkeit von der Blattdüngung

dz/ha ATM	I ohne Rü-Blatt			II 50 Rü-Blatt			III 75 Rü-Blatt			IV 100 Rü-Blatt		
kg/ha Rü-Blatt=N	-			133			200			266		
Wirkung	N=Aufn.	A aus N Dgg.	VW	N=Aufn.	A	VW	N=Aufn.	A	VW	N=Aufn.	A	VW
Korn												
N ₀ (0)	63,7	-	54,4	82,1	13,8	51,5	89,7	13,0	50,5	90,3	10,0	49,8
N ₁ (50)	80,8	34,2	52,4	92,4	8,7	49,0	94,7	7,0	47,4	97,9	6,4	45,9
N ₂ (75)	86,2	30,0	51,0	99,8	10,2	47,6	98,4	6,1	45,2	98,1	4,4	44,4
N ₃ (100)	92,4	28,7	47,2	93,7	1,0	43,9	85,9	-	42,4	91,2	0,5	43,1
Mittel	80,8	31,0	51,3	92,0	8,4	48,0	92,2	6,5	46,4	94,4	5,3	45,8
Stroh												
N ₀	14,3	-	277,8	20,7	4,8	250,0	22,9	4,3	243,9	23,5	3,5	227,3
N ₁	22,4	16,2	243,9	28,1	4,3	217,3	32,6	5,1	181,8	32,4	3,8	195,2
N ₂	28,8	19,3	204,1	35,2	4,8	185,2	38,4	4,8	158,7	39,7	4,1	163,9
N ₃	30,8	16,5	185,2	36,2	4,1	163,9	39,7	4,5	149,3	38,7	3,0	156,2
Mittel	24,1	17,3	277,8	30,1	4,5	204,1	33,4	4,7	183,4	33,6	3,6	183,2
Gesamt												
N ₀	78,0	-	95,3	102,8	18,6	91,6	112,6	17,3	89,8	113,8	13,5	86,5
N ₁	103,2	50,4	94,0	120,5	13,0	88,2	127,4	12,2	81,8	130,2	10,2	82,8
N ₂	115,0	49,3	89,3	134,9	15,0	83,5	136,8	10,9	77,1	137,8	8,6	78,9
N ₃	123,2	45,2	81,6	129,9	5,0	77,3	125,6	1,2	76,2	129,8	2,5	76,8
Mittel	104,9	48,3	90,1	122,0	12,9	85,2	125,6	10,4	81,2	127,9	8,7	81,3

zungsrate des Vorjahres. Wenn bei den Erträgen eine wesentlich höhere N-Wirkung aus dem Rübenblatt festgestellt werden konnte, andererseits die Verwertung nicht besser geworden ist, muß der absolute N-Anteil aus dem Rübenblatt höher gewesen sein. Auf diesen Sachverhalt wurde in der Methodik bereits hingewiesen, als die mit der Blattdüngung dem Boden zugeführte Nährstoffmenge einer vergleichenden Betrachtung zum Vorjahr unterzogen wurde (s. Tab.1).

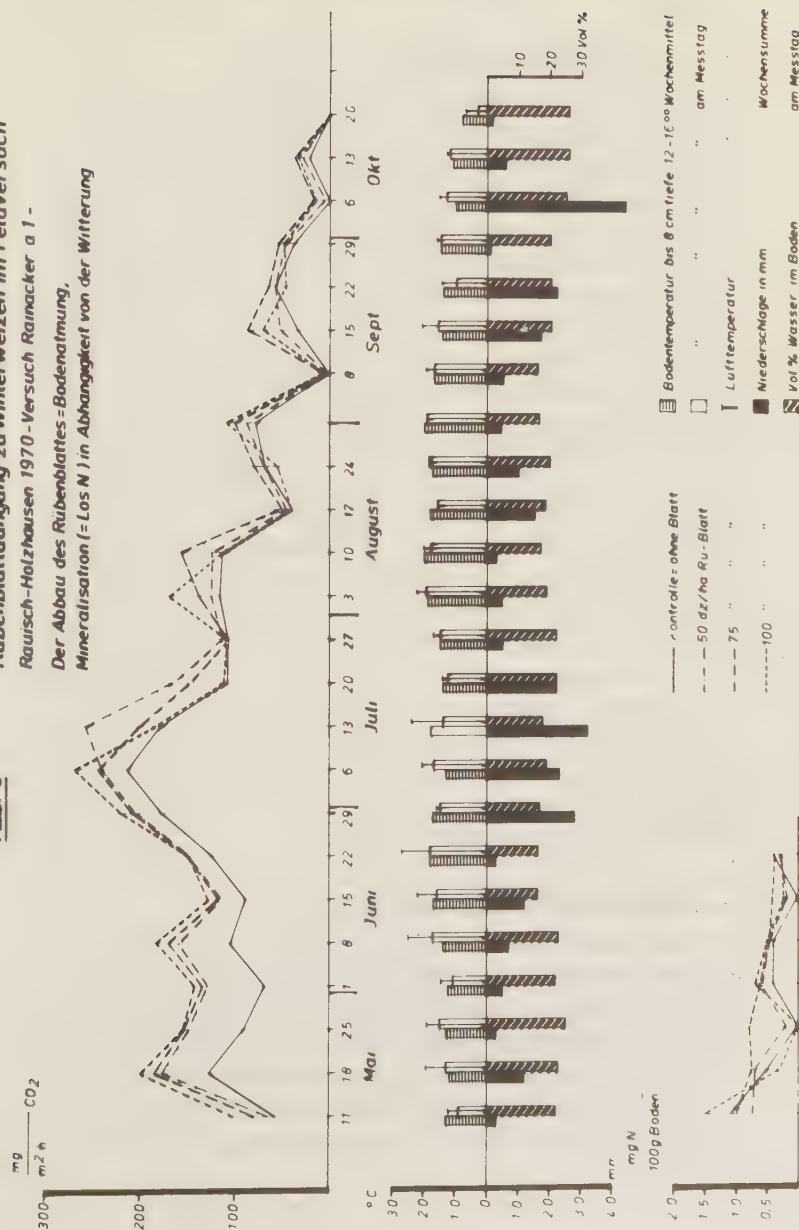
4.3.3. Abbau des Rübenblattes im Boden

Nach Abb. 6 ist das Atmungs-niveau des vorliegenden Standortes mit "Walzenberg a₁" vergleichbar (vergl. Var. I in Abb.6 mit III in 5). Allerdings ist der Abbau auf den Rübenblattvarianten in 1. Nachwirkung erwartungsgemäß höher, wobei sich aus der nachfolgenden Übersicht eine Abbaquote von 9 bis 14% entnehmen läßt.

Var.	I	II	III	IV
kg/ha C im Blatt	-	1800	2700	3600
kg mehrveratmet als Kontrolle	-	251	320	319
Prozent Blattabbau	-	13,9	11,9	8,9

Der höchste relative Abbau wird in der niedrigen Blattgabe gemessen, was mit einer besseren Verteilung im Boden und damit besseren Zersetzungsbedingungen zusammenhängen könnte. Insgesamt wird ein großer Teil des Abbaues in den Monaten Mai, Juni und Juli getätigt, wobei sich nach Abbildung 6 in den ersten beiden Monaten die differenzierten Blattgaben in ihren Atmungswerten wiederfinden. Lediglich im Juli werden die höchsten Meßwerte bei der niedrigen Blattgabe in Var. II gefunden, ein Vorgang, der sich in den Folgemonaten den Gesetzmäßigkeiten des Abbaues in Abhängigkeit von der zugeführten organischen Substanz wieder unterordnet, der aber bestimmend für die gesamte Abbaurrate ist. Mit den Meßwerten ist eine gute Vergleichbarkeit zum 1. Versuchsjahr des Versuches Walzenberg a₁ vorhanden. Sie bezieht sich mit der Größenordnung von 10 bis 15% nicht nur

Abb. 6
Rübenblattdüngung zu Winterweizen im Feldversuch
 Rauisch-Holzhausen 1970-Versuch Rainacker a 1 -
 Der Abbau des Rübenblattes = Bodenatmung,
 Mineralisation (= Los N) in Abhängigkeit von der Witterung



auf den Abbau des Rübenblattes sondern auch die Stickstoffausnutzung.

4.3.4. Befall mit Fußkrankheiten

Da im ersten Versuchsjahr die Ermittlung des Cercosporella-befalls zu keinem differenzierten Ergebnis führte, wurden zur Nachprüfung für das Jahr 1970 am Winterweizen des Versuches Rainacker a₁ erneut Cercosporellauszählungen nach der üblichen Verfahrensweise vorgenommen. Nach Abbildung 4 C nimmt mit Beginn der sichtbaren Halminfektion Anfang Juni der Befallsgrad allmählich zu, um zum Zeitpunkt der Ernte am 7. August einen Gesamtbefall von ca. 75% zu erreichen. Die Rübenblattvarianten lassen im Verlauf der Infektion insofern eine Abweichung zur Kontrolle (= ohne Blatt) erkennen, als bis zur ersten Julidekade die Infektion der blattgedüngten Parzellen entsprechend der zugeführten Menge um durchschnittlich 5-10 Prozent höher ist. Ab Mitte Juli bleiben die Blattvarianten im Befall zurück, so daß sie einen geringeren Infektionsgrad als die Kontrolle aufweisen. Eine Rangordnung in Abhängigkeit der zugeführten Blattmenge ist nicht mehr vorhanden. So führt die Endbonitierung zu einem Gesamtbefall, der von 69 Prozent in Variante II bis 78 Prozent in Variante I schwankt. Auf die Ertragsbildung dürfte sich dieser relativ hohe Befall nicht negativ ausgewirkt haben, da der ertragsschädigende schwerkranke Anteil mit 2-5% verschwindend gering ist. Damit ergibt sich eine Analogie zu dem Ergebnis des Vorjahres, in dem die Rübenblattdüngung zu keiner erhöhten Infektion des Winterweizenbestandes geführt hatte.

5. Versuchsergebnisse zum Gefäßversuch

Ihre Darstellung wird nach Jahren getrennt vorgenommen, um bei gleichen Temperaturen, Mineralisationsverhältnisse und Gefäßtechnik die Reaktion der Versuchsfrüchte Weizen und Hafer besser herausstellen zu können. Die Serien, die mit einer 1. und 2. Nachwirkung eine Einheit bilden, werden dafür in der Diskussion einer gemeinsamen Betrachtung unterzogen.

Die mit 250 g, 500 g und 750 g frisches Rübenblatt/Gefäß ge-

wählten Abstufungen entsprechen in ihrer Umrechnung auf Feldverhältnisse etwa 400, 800 und 1200 dz/ha Frischblatt. Die beiden letztgenannten Blattgaben wurden gegenüber den praxisüblichen Erntemengen bewußt erhöht, weil ein Gefäßversuch 1967/68 mit geringeren Blattgaben eine nur schwer nachweisbare Nährstoffwirkung zeigte. Es sei hier nochmals auf Tabelle 3 verwiesen, nach der erst mit 500 und 750 g Frischblatt je Gefäß insbesondere Stickstoff und Kalium aber auch Magnesium in Mengen zugeführt werden, die eine gesicherte Wirkung erwarten lassen. Das gilt umso mehr, als die Mineralisation des im Gefäßversuch fein verteilten Rübenblattes wesentlich ausgiebiger vermutet werden muß als im Feldversuch. Bei gleichbleibender Wasserversorgung der Gefäße ist der wesentliche Faktor der Umsetzungen die Temperatur.

5.1. Serie I 17/69 und II 17/69 in 1. Nachwirkung zu So-Weizen und Hafer.

Die oben gemachten Ausführungen gelten prinzipiell für die vorliegenden Gefäßversuche, wobei nach Abbildung 2 für die anstehenden Serien I und II günstigere Mineralisationsverhältnisse ab Anfang Mai mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen in den Folgemonaten vorlagen.

5.1.1. Erträge

Wenn die nunmehr zubehandelnden So-Weizenerträge der Serie I 17/69 mit durchschnittlich 60 g Korn im Optimalstickstoffbereich für die verwendeten Eimergefäße recht niedrig sind, so lag das an der bereits in der Methodik erwähnten fehlerhaften Düngertechnik, nach der die gesamte Nährstoffgabe vor der Aussaat in das die Saat aufnehmende erste Bodendrittel beigemischt wurde. Die Salzkonzentration führte zu einer starken Dezimierung der Keimlinge und damit mangelnder Bestandesdichte.

Unabhängig davon wird nach Tabelle 20 eine Blattwirkungsichtbar, die gerade im unteren Stickstoffdüngungsbereich entsprechend den Blattgaben ein Vielfaches im Vergleich zum Feldversuch beträgt. Steigen die Kornerträge bei der Kontrolle bis zur höchsten N-Stufe (4 g/Gef.) nahezu kontinuierlich an, zeigen alle Blattvarianten ihr Ertragsoptimum bereits in der ersten, mit

Tabelle 20:

Rübenblattdüngung zu Sommerweizen

Rausch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch

Erträge in g ATM/Gefäß

Var. N-St.	I Kontrolle ohne Rübenblatt	II 250g/Gefäß frisches R-BL.	III 500	IV 750
<u>Korn</u>				
N ₀ (ohne N)	± 3,42 0,36	8,10 0,42	14,2 0,43	23,7 0,38
N ₁ (2g/Gefäß)	± 45,2 2,67	66,5* 1,61	61,8 2,31	59,2 5,99
N ₂ (3g/Gefäß)	± 56,6 0,73	61,9 1,75	57,9 1,62	57,8 1,87
N ₃ (4g/Gefäß)	± 58,2 1,55	58,3 4,55	54,9 0,22	52,7 0,98
<u>Stroh</u>				
N ₀	± 8,93 0,43	17,7 0,26	29,9 1,33	41,4 1,11
N ₁	± 85,8 2,52	97,8 2,40	98,6 2,18	102,6 2,83
N ₂	± 93,0 0,62	102,5* 0,40	100,6 1,36	100,3 1,54
N ₃	± 96,0 2,81	102,4 0,94	99,2 1,69	99,6 1,39
<u>Gesamt</u>				
N ₀	± 12,4 0,73	25,8 0,68	44,1 1,62	65,1 1,34
N ₁	± 131,0 5,18	164,3 3,92	160,5 4,46	161,8 8,64
N ₂	± 149,6 0,76	164,4* 1,37	158,5* 1,16	158,2 3,34
N ₃	± 154,2 4,27	160,7 5,21	154,1 1,77	152,3 2,26

Tabelle 21:

Rübenblattdüngung zu Hafer

Rauisch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch

Erträge in g ATM/Gefäß

Var. N-St.	I Kontrolle ohne Rübenblatt	II 250g/Gefäß frisches R-BL.	III 500	IV 750
<u>Korn</u>				
N ₀ (ohne N)	± 4,28 0,39	8,52 0,43	14,7 0,52	23,0 0,42
N ₁ (2g/Gef.)	± 82,1 1,94	72,8 6,26	74,1 5,77	88,7 1,66
N ₂ (3g/Gef.)	± 83,5 0,62	86,6 0,62	86,8 0,78	84,2 1,95
N ₃ (4g/Gef.)	± 86,4 0,75	91,2 1,87	91,9* 0,30	83,4 2,17
<u>Stroh</u>				
N ₀	± 6,73 0,69	12,2 0,37	19,5 0,28	31,0 0,19
N ₁	± 82,3 1,63	76,6 4,95	83,5 0,19	86,3* 3,21
N ₂	± 78,6 1,44	82,0 0,13	78,7 2,85	82,1 0,95
N ₃	± 71,1 2,74	79,2 1,65	84,0 1,36	80,3 0,24
<u>Gesamt</u>				
N ₀	± 11,0 1,05	20,8 0,11	34,1 0,23	54,0 0,65
N ₁	± 164,4 3,49	149,4 11,21	157,6 5,87	175,0 4,53
N ₂	± 162,1 1,25	168,6 0,82	165,5 3,47	166,2 2,81
N ₃	± 163,5 2,62	170,4 2,29	175,9* 1,65	163,6 2,37

2 g/Gef. gedüngten N-Stufe. Weitere mineralische Stickstoffzufuhr führt zu Ertragsdepressionen. In diesem allgemeinen Ertragsverlauf zeigen die Blattvarianten ein typisches, von der Aufwandmenge abhängiges Verhalten. So wird von der niedrigen Blattgabe in N_0 mit 8 g/Gef. ein Kornertrag erzielt, der mehr als doppelt so hoch ist wie der der Kontrolle, aber nur die Hälfte bzw. ein Drittel zur 500- bzw. 750 g-Blattgabe ausmacht. Ein vermutlich optimales Nährstoffangebot führt in der niedrigen Blattvariante bereits in N_1 (= 2 g N/Gef.) mit 66,5 g/Gef. zum höchsten Kornertrag des Gesamtversuches. Die Mineralisation bzw. das Nährstoffangebot in den höher mit Rübenblatt gedüngten Gefäßen III und IV scheint in der genannten N_1 -Stufe das Optimum bereits überschritten zu haben. So bleiben die Erträge in N_1 nicht nur unter der 250g-Blattvariante, sondern unterliegen erwartungsgemäß auch einer stärkeren Depression. In N_2 sind sie mit rd. 58 g der Kontrolle noch direkt vergleichbar, in der höchsten N-Stufe (= N_3 mit 4 g N/Gef.) fallen sie jedoch mit 3 bzw. 5 g gesichert unter die Kontrolle ab.

Ähnlich reagieren die Stroherträge. Da sie jedoch höhere Stickstoffgaben besser verwerten können als Korn, wird eine Depression nur in den beiden höchsten Blattgaben angedeutet. Im Übrigen bilden beide Varianten zusammen mit der niedrigen Blattdüngung von N_1 bis N_3 ein gemeinsames Höchstertragsgebiet von ca. 100 g ATM Stroh/Gefäß. Eine Diskussion der Gesamterträge erübrigt sich, da sie ein völliges Spiegelbild der in ihrem Verhalten gleichen Korn- und Stroherträge sind.

Die Hafererträge ~~reagieren~~ nach Tabelle 21 nicht in der Eindeutigkeit auf die unterschiedlichen Blattgaben, wie es beim Sommerweizen aufgezeigt werden konnte. So finden wir die typische Abstufung der Blattmengen noch in N_0 , nicht mehr jedoch bei Zufuhr mineralischer Stickstoffgaben. Hier gleichen sich die Varianten II und III weitgehend an, in dem sie ohne gesicherte Differenz zueinander bis zur höchsten N-Gabe gleichmäßig ansteigen und erst hier die Kontrolle mit 4,6 bzw. 5,1 g/Gef. gesichert übertreffen, nachdem sie in N_1 noch gesichert unterlegen waren und erst in N_2 mit 86 bzw. 84 g/Gefäß

die Kontrolle erreichten. Lediglich die höchste Blattgabe zeigt die für sie typische Wirkung mit hohen Anfangswerten und Depression bei optimaler mineralischer Nährstoffversorgung in N_2 und N_3 .

Beim Stroh ändert sich das Verhalten der mittleren Blattgabe, als ihr Ertrag bereits in N_1 die Kontrolle übersteigt und ab N_2 zusammen mit Variante IV in das Depressionsgebiet eintritt. Nicht erklärbar ist wiederum für Variante II der in N_1 unter der Vergleichsvariante liegende Ertrag. In allen übrigen Stickstoff-Intensitätsstufen nimmt die Ertragsbildung dieser 250 g-Blattgabe einen folgerichtigen Verlauf.

Da die Kornerträge in ihren absoluten Differenzen stärker ausgeprägt sind als die Stroherträge, bestimmen sie auch den allgemeinen Verlauf der Gesamterträge. Auf ihre Darlegung kann deshalb verzichtet werden.

5.1.2. Nährstoffaufnahme, Ausnutzung des Rübenblattstickstoffes und Nährstoffauswaschung

Nährstoffaufnahme, Ausnutzung und Verwertung setzen die Kenntnis von den Nährstoffgehalten in der Pflanzensubstanz voraus. Auch liefert sie eine begrenzte Aussage über die Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe, im Falle der Blattdüngung demnach auch über die Mineralisation. Die Gehalte werden für Sommerweizen im Anhang 5 A und B, für Hafer in 6 A und B mitgeteilt. Für Stickstoff ist eine unmittelbare Abhängigkeit von der Höhe der den Gefäßen zugefügten Blattgaben erkennbar. Sowohl die Korn- als auch Strohfraktion reagieren gleichermaßen, Hafer wesentlich intensiver als Weizen. So steigen die N-Gehalte im Korn bei Hafer von 1,56% in Var. I auf maximal 2,70%, beim Stroh von 0,32 auf 0,9%, d.h. hier wird der Gehalt nahezu verdreifacht. Eine entsprechende Beeinflussung war bei Kalium zu erwarten, da dieser Nährstoff über das Rübenblatt in doppelter Menge gegenüber Stickstoff den Gefäßen zugeführt wird. Die Beeinflussung im Korn ist verschwindend gering, im Stroh umso deutlicher ausgeprägt. Erwartungsgemäß ist beim kaliumhaltigen Haferstroh die Anreicherung wieder höher als beim Sommerweizen. Die Beeinflussung der übrigen Nährstoffe bleibt entsprechend

der zugeführten Menge durch das Rübenblatt und ihrer Gehalte in der Pflanzensubstanz nahezu unbeeinflusst. Lediglich der Magnesiumgehalt im Haferstroh steigt mit den Blattgaben bis um 0,1% an.

Auf Grund des genannten Sachverhaltes werden in den Tabellen 22 und 23 nur die Entzüge für Stickstoff, Kalium und Phosphor mitgeteilt. Bei den mit den Blattgaben kontinuierlich steigenden Gehalten an Stickstoff im Korn und Stroh sowie Kalium im Stroh wird die Rübenblattwirkung über den Entzug noch deutlicher ausgeprägt, als wir es bei der Ertragsbildung schon kennengelernt haben. Auch die absoluten Differenzen zur Kontrolle (= ohne Rübenblatt) werden größer. Überall dort, wo die Nährstoffgehalte nicht oder nur geringfügig beeinflusst wurden, folgen die Nährstoffentzüge den Erträgen.

Da den Gefäßen markierter Stickstoff (^{15}N) zuge düngt wurde, war es beim Stickstoffaufschluß möglich, die Größe "Gesamt-N" in 2 Fraktionen zu trennen, nämlich in den Anteil, der als " ^{15}N " aus der Düngung stammt und dem verbleibenden Rest als " ^{14}N ", der in der Blattungedüngten Serie aus dem Boden, in den Blätterrien aus dem Boden und dem Rübenblatt aufgenommen wurde. Über die absolute Größenordnung beider Stickstoffformen informieren die Tabellen 24 A und 25 A. Werden sie prozentual zur Gesamtstickstoffaufnahme verrechnet, deckten sowohl der Sommerweizen als auch der Hafer ca. 12% ihres Gesamtstickstoffbedarfes aus dem Bodenstickstoff, der Rest wurde dem mineralisch gedüngten Stickstoff und dem Blattstickstoff entnommen. Aus der Differenz dieser Herkünfte läßt sich nunmehr sehr genau die Stickstoffaufnahme aus dem Rübenblatt und die prozentuale Ausnutzung des Rübenblattstickstoffes ermitteln (s. Tab. 24 B und 25 B).

Bei Sommerweizen ergibt sich für Korn eine um jeweils 0,1 g erhöhte N-Aufnahme mit jeder weiteren Blattzufuhr, was einer Ausnutzung des mit dem Rübenblatt zugeführten Stickstoffes von 18% entspricht. Diese Ausnutzungsrate stellt einen Mittelwert der 4 mineralischen Stickstoffstufen dar. Bei den Einzelwerten ist verständlich, daß sie im Stickstoffmangelbereich (N_0 und N_1) höher ist als in den Mineralstufen N_2 und N_3 . Dieser

Tabelle 22:

Rübenblattdüngung zu Sommerweizen
 Rausch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch

Nährstoffaufnahme g/Gefäß

Var. N-St.	N				K				P			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	-	250g Bl./Gef.	500	750	-	250	500	750	-	250	500	750
<u>Korn</u>												
N ₀ (0)	0,07	0,16	0,26	0,46	0,02	0,04	0,08	0,12	0,02	0,05	0,08	0,13
N ₁ (2)	0,81	1,24	1,28	1,29	0,26	0,39	0,35	0,37	0,22	0,33	0,32	0,34
N ₂ (3)	1,39	1,65	1,54	1,72	0,34	0,38	0,38	0,34	0,32	0,33	0,32	0,31
N ₃ (4)	1,68	1,88	1,78	1,76	0,37	0,37	0,37	0,35	0,34	0,33	0,31	0,32
<u>Stroh</u>												
N ₀ (0)	0,03	0,06	0,09	0,14	0,09	0,15	0,35	0,61	0,01	0,01	0,02	0,04
N ₁ (2)	0,36	0,40	0,39	0,58	1,42	1,22	1,60	1,87	0,08	0,07	0,08	0,12
N ₂ (3)	0,52	0,62	0,66	0,73	1,89	2,65	2,36	2,69	0,10	0,10	0,11	0,14
N ₃ (4)	0,82	0,89	0,88	0,98	1,66	1,88	2,69	2,79	0,10	0,11	0,11	0,12
<u>Gesamt</u>												
N ₀ (0)	0,10	0,22	0,37	0,60	0,11	0,19	0,43	0,74	0,03	0,06	0,10	0,17
N ₁ (2)	1,17	1,64	1,67	1,87	1,69	1,61	1,96	2,24	0,30	0,40	0,40	0,45
N ₂ (3)	1,91	2,28	2,20	2,45	2,23	3,03	2,74	3,04	0,42	0,43	0,43	0,45
N ₃ (4)	2,49	2,77	2,66	2,74	2,03	2,26	3,06	3,14	0,43	0,43	0,42	0,44

Tabelle 23:

Rübenblattdüngung zu Hafer

Rauisch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch

Nährstoffaufnahme g/Gefäß

Var.	N				K				P			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
N-St.	-	250g Bl./Gef.	500	750	-	250	500	750	-	250	500	750
<u>Korn</u>												
N ₀ (0)	0,08	0,13	0,33	0,54	0,02	0,04	0,08	0,10	0,02	0,04	0,07	0,10
N ₁ (2)	0,39	1,10	1,50	2,21	0,40	0,34	0,37	0,47	0,33	0,30	0,33	0,40
N ₂ (3)	1,30	1,49	2,00	2,27	0,42	0,43	0,45	0,44	0,37	0,39	0,42	0,41
N ₃ (4)	1,42	1,83	2,33	2,24	0,42	0,46	0,48	0,47	0,40	0,45	0,46	0,44
<u>Stroh</u>												
N ₀ (0)	0,02	0,03	0,08	0,16	0,19	0,25	0,55	0,95	0,02	0,02	0,05	0,09
N ₁ (2)	0,21	0,21	0,29	0,54	1,81	1,58	2,05	2,50	0,09	0,08	0,11	0,15
N ₂ (3)	0,23	0,23	0,39	0,64	2,00	2,07	2,93	3,43	0,09	0,08	0,11	0,12
N ₃ (4)	0,25	0,28	0,50	0,73	2,02	2,97	3,65	3,80	0,06	0,07	0,08	0,11
<u>Gesamt</u>												
N ₀ (0)	0,09	0,16	0,41	0,70	0,21	0,30	0,63	1,05	0,04	0,06	0,12	0,19
N ₁ (2)	0,59	1,30	1,80	2,75	2,21	1,92	2,41	2,97	0,42	0,38	0,44	0,54
N ₂ (3)	1,53	1,72	2,39	2,91	2,42	2,51	3,38	3,87	0,46	0,47	0,53	0,53
N ₃ (4)	1,66	2,11	2,83	2,97	2,45	3,43	4,13	4,27	0,46	0,52	0,53	0,55

Sachverhalt kommt bei der hohen Blattdüngung stärker zum tragen. Er kann bei den niedrigen Strohwerten nur andeutungsweise vorhanden sein. Hier beträgt die mittlere absolute Mehraufnahme jeweils nur 0,03 g, das entspricht einer relativen Ausnutzung von 4,5 Prozent des Blattstickstoffes. Über die Gesamtaufnahme errechnet sich demnach eine Ausnutzungsquote durch Sommerweizen von 23-25%.

Bei Hafer ist die Kontinuität der Blattgaben in der N-Aufnahme und Ausnutzung nicht vorhanden. So beträgt die N-Mehraufnahme aus der niedrigen Rübenblattgabe durch beide Erntefractionen nur 0,06 g, was bei einer Zufuhr an Rübenblattstickstoff von 0,55 g ca. 11 Prozent entspricht. An dieser niedrigen Ausbeute ist der geringe Mehrentzug in N_1 maßgeblich mitbeteiligt. Er resultiert aus dem niedrigen, unter der Kontrolle liegenden Korn- und Stroherträgen, andererseits dem hohen Entzug der Kontrolle in der genannten N-Stufe. Da die beiden hohen Blattgaben in den Erträgen wieder typisch reagieren, und bei gleichzeitig höheren Erträgen und Gehalten gegenüber Weizen auch die Gesamt-N-Aufnahmen hoch sind, resultieren daraus auch insgesamt höhere Entzüge aus dem Rübenblattstickstoff. Sie betragen bei Var. III 26%, bei Var. IV 32%.

Eine begrenzte Aussage über den Wert des aufgenommenen Stickstoffs in Abhängigkeit von der Düngung liefert die Stickstoffverwertung (VW), ein Maßstab, der angibt, wieviel g Trockenmasse von 1 g aufgenommenen Stickstoff gebildet wird. Sie beträgt bei Sommerweizen im Durchschnitt der N-Stufen für Korn 42 und für Stroh 200 g. Die Verwertung nimmt erfahrungsgemäß mit steigender Stickstoffdüngung ab, da die N-Gehalte in der Pflanzensubstanz relativ stärker zunehmen als der Ertrag folgt. Diese klassische Stickstoffwirkung kommt letztlich auch mit steigender Rübenblattdüngung zum Ausdruck. So nimmt die Verwertung in den Varianten II-IV von 43 g auf 42 und 40 g ab, während beim Stroh diese Tendenz erst bei der höchsten Blattgabe augenscheinlich wird. Sehr deutlich werden die genannten Verhältnisse beim Hafer sichtbar. Hier steigen, wie bereits ausgeführt, die N-Gehalte in beiden Erntefractionen mit der Blattdüngung unverhältnismäßig stark an, ohne das die

Tabelle 24:

Rübenblattdüngung zu Sommerweizen
Rauisch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch
A₂ Stickstoffaufnahme in g/Gefäß

Varianten	I ohne Rübenblatt			II 250g Rü-Blatt			III 500g Rü-Blatt			IV 750g Rü-Blatt		
	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden+Rü-Bl.	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden+Rü-Bl.	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden+Rü-Bl.
<u>Korn</u>												
N ₀ (-)	0,067	-	0,067	0,162	-	0,162	0,284	-	0,284	0,462	-	0,462
N ₁ (2g)	0,814	0,700	0,114	1,237	0,104	0,223	1,279	0,934	0,345	1,291	0,626	0,465
N ₂ (3g)	1,387	1,248	0,139	1,652	1,421	0,231	1,540	1,247	0,293	1,717	1,366	0,361
N ₃ (4g)	1,676	1,592	0,084	1,877	1,690	0,187	1,779	1,512	0,267	1,760	1,390	0,370
M	0,986	0,885	0,101	1,232	1,031	0,201	1,220	0,923	0,297	1,308	0,893	0,415
<u>Stroh</u>												
N ₀	0,033	-	0,033	0,062	-	0,062	0,087	-	0,087	0,137	-	0,137
N ₁	0,360	0,281	0,079	0,401	0,297	0,104	0,394	0,272	0,122	0,575	0,380	0,195
N ₂	0,521	0,453	0,068	0,623	0,536	0,087	0,664	0,531	0,133	0,732	0,556	0,176
N ₃	0,816	0,734	0,082	0,891	0,784	0,107	0,883	0,742	0,141	0,976	0,791	0,185
M	0,443	0,367	0,066	0,494	0,404	0,090	0,507	0,386	0,121	0,605	0,432	0,173
<u>Gesamt</u>												
N ₀	0,100	-	0,100	0,224	-	0,224	0,371	-	0,371	0,599	-	0,599
N ₁	1,178	0,981	0,193	1,638	1,311	0,327	1,673	1,206	0,467	1,866	1,206	0,660
N ₂	1,908	1,701	0,207	2,275	1,957	0,318	2,204	1,778	0,426	2,449	1,912	0,537
N ₃	2,492	2,326	0,166	2,766	2,474	0,294	2,662	2,254	0,408	2,736	2,181	0,555
M	1,419	1,252	0,161	1,726	1,435	0,291	1,727	1,309	0,418	1,913	1,325	0,588

B. Die Ausnutzung des Rübenblattstickstoff (=A in %) über die Aufnahme und Verwertung (VW in g)

Varianten	I -			II 0,55g N			III 1,11g N			IV 1,66g N		
	¹⁴ N aus Boden	A aus Düngung	VW Gesamt N	¹⁴ N aus Rü-Bl.	A	VW	¹⁴ N aus Rü-Bl.	A	VW	¹⁴ N aus Rü-Bl.	A	VW
<u>Korn</u>												
N ₀ (-)	0,067	-	51,0	0,095	17,2	50,0	0,217	19,5	50,0	0,395	23,7	51,3
N ₁ (2g)	0,114	35,0	55,5	0,109	19,8	53,8	0,231	20,8	48,3	0,361	24,1	45,9
N ₂ (3g)	0,139	41,6	40,8	0,092	16,7	37,5	0,154	13,8	37,6	0,222	13,3	33,7
N ₃ (4g)	0,084	39,8	34,7	0,103	18,7	31,1	0,183	16,4	30,9	0,286	17,2	29,9
M	0,101	38,8	45,5	0,100	18,1	43,1	0,196	17,6	41,7	0,314	18,8	40,2
<u>Stroh</u>												
N ₀	0,033	-	270,6	0,029	5,30	285,4	0,094	4,90	343,6	0,104	6,30	302,1
N ₁	0,079	14,0	238,3	0,025	4,50	243,9	0,043	3,90	250,2	0,116	7,00	178,4
N ₂	0,068	15,1	179,5	0,019	3,50	165,0	0,065	5,90	151,5	0,108	6,50	137,0
N ₃	0,082	18,4	117,6	0,025	4,50	114,9	0,059	5,30	112,3	0,103	6,20	102,0
M	0,066	15,8	201,5	0,025	4,45	202,3	0,055	5,00	214,4	0,108	6,50	179,8
<u>Gesamt</u>												
N ₀	0,100	-	124,0	0,124	22,5	115,1	0,271	24,4	118,8	0,499	30,0	106,6
N ₁	0,193	49,0	111,2	0,134	24,3	100,3	0,274	24,7	95,9	0,467	28,1	86,7
N ₂	0,207	56,7	78,4	0,111	20,2	72,2	0,219	19,7	71,9	0,330	19,8	64,5
N ₃	0,166	58,2	61,8	0,128	23,2	58,0	0,242	21,7	57,8	0,389	23,4	55,6
M	0,161	54,6	93,8	0,125	22,6	86,4	0,251	22,6	86,1	0,422	25,3	78,8

Tabelle 25 :

Rübenblattdüngung zu Hafer
Rauisch - Holzhausen 1968/69 Gefährversuch

A. Stickstoffaufnahme in g/Gefäß

Varianten	I ohne Rübenblatt			II 250g Rü-Blatt			III 500g Rü-Blatt			IV 750g Rü-Blatt		
	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Rüden	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden+Rü-Bl.	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden+Rü-Bl.	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden+Rü-Bl.
Korn												
N ₀ (-)	0,075	-	0,075	0,125	-	0,125	0,462	-	0,462	0,543	-	0,543
N ₁ (2g)	1,387	1,234	0,153	1,107	0,941	0,166	1,504	1,158	0,346	2,209	1,568	0,641
N ₂ (3g)	1,303	1,199	0,104	1,490	1,326	0,164	1,996	1,697	0,299	2,273	1,796	0,477
N ₃ (4g)	1,417	1,289	0,128	1,833	1,613	0,220	2,334	1,984	0,350	2,235	1,810	0,425
M	1,046	0,931	0,115	1,139	0,970	0,169	1,574	1,210	0,364	1,815	1,294	0,521
Stroh												
N ₀	0,018	-	0,018	0,032	-	0,032	0,063	-	0,063	0,155	-	0,155
N ₁	0,206	0,152	0,054	0,207	0,143	0,064	0,292	0,190	0,102	0,543	0,337	0,206
N ₂	0,228	0,192	0,036	0,230	0,189	0,041	0,394	0,307	0,087	0,640	0,480	0,160
N ₃	0,247	0,217	0,030	0,277	0,241	0,036	0,496	0,436	0,060	0,731	0,592	0,139
M	0,175	0,140	0,035	0,186	0,143	0,043	0,316	0,233	0,083	0,517	0,352	0,165
Gesamt												
N ₀	0,093	-	0,093	0,157	-	0,157	0,545	-	0,545	0,698	-	0,698
N ₁	1,593	1,386	0,207	1,314	1,088	0,230	1,796	1,348	0,448	2,752	1,905	0,847
N ₂	1,531	1,391	0,140	1,720	1,515	0,205	2,390	2,004	0,386	2,913	2,276	0,637
N ₃	1,664	1,506	0,158	2,110	1,854	0,256	2,830	2,420	0,410	2,966	2,402	0,564
M	1,221	1,071	0,150	1,325	1,113	0,212	1,690	1,443	0,447	2,332	1,646	0,686

B. Die Ausnutzung des Rübenblattstickstoff (=A in %) über die Aufnahme und Verwertung (VW in g)

Varianten	I -			II 0,55g N			III 1,11g N			IV 1,66g N		
	N ¹⁴ aus Boden	A aus Düngung	VW Gesamt N	N ¹⁴ aus Rü-Bl.	A	VW	N ¹⁴ aus Rü-Bl.	A	VW	N ¹⁴ aus Rü-Bl.	A	VW
Korn												
N ₀ (-)	0,075	-	57,1	0,050	9,10	68,2	0,467	34,9	31,8	0,468	28,2	42,4
N ₁ (2g)	0,153	61,7	59,1	0,013	2,40	65,8	0,191	17,4	49,3	0,488	29,4	40,2
N ₂ (3g)	0,104	39,9	64,1	0,060	10,90	85,1	1,195	17,6	43,5	0,373	22,5	37,0
N ₃ (4g)	0,128	32,2	61,0	0,092	16,70	85,8	0,200	20,0	39,4	0,297	17,9	37,3
M	0,115	44,6	60,3	0,054	9,77	60,5	0,249	22,5	41,0	0,407	24,5	39,2
Stroh												
N ₀	0,018	-	373,9	0,014	2,60	96,1	0,063	5,90	234,9	0,137	8,30	200,0
N ₁	0,054	7,5	399,5	0,010	1,80	87,2	0,064	4,30	285,9	0,152	9,20	158,7
N ₂	0,036	5,4	344,7	0,005	0,90	155,1	0,061	1,10	199,1	0,124	7,50	128,2
N ₃	0,030	5,4	287,8	0,006	1,10	285,6	0,060	2,70	159,3	0,109	6,60	109,8
M	0,035	6,5	351,4	0,009	1,60	346,5	0,049	1,38	222,4	0,131	7,90	149,1
Gesamt												
N ₀	0,093	-	118,2	0,064	11,70	132,4	0,545	40,8	62,1	0,605	36,5	72,3
N ₁	0,207	69,3	103,2	0,023	4,20	113,6	0,241	21,7	87,7	0,640	38,6	63,5
N ₂	0,140	46,3	105,8	0,065	11,80	98,0	0,266	22,2	69,2	0,497	30,0	57,0
N ₃	0,158	37,6	98,2	0,098	17,80	80,7	0,252	22,7	62,1	0,406	24,5	55,1
M	0,150	51,1	106,3	0,063	11,37	106,1	0,298	26,3	70,3	0,538	32,4	63,2

Erträge den entsprechenden Substanzzuwachs zeigen. Nach Tabelle 24 B nimmt die Verwertung über das Korn von 60 g in den Varianten I und II auf 41 g und 39 g in den Varianten III und IV ab, über das Stroh von 348 g auf 222 und 149 g. Das heißt letzten Endes, das bei der begrenzten Mineralisation und Verwertung allein die absolute Blattmenge über den Ertrag entscheidet.

Bei dem geringen Ausnutzungsgrad des Rübenblatt-N im Feldversuch, aber auch trotz der 25%-igen Ausnutzungsquote im Gefäß stellt sich die Frage nach dem Verbleib des restlichen N-Anteils aus dem Rübenblatt. Die Vermutung schließt die Möglichkeit der Auswaschung ebenso mit ein wie die der Denitrifikation, der sofortigen organischen Wiederbindung nach der Mineralisation, der Fixierung an den Bodenkomplex und schließlich die berechnete Annahme, daß das Rübenblatt und damit der Stickstoff während einer Vegetation nur zum Teil mineralisiert und damit pflanzenverfügbar wird.

Die Düngung der Gefäße mit ^{15}N gestattet es nun, neben der Aufnahme durch die Pflanze insbesondere die N-Auswaschung sehr genau zu erfassen. Als Vorlage dienen die Tabellen 26 und 27. Sie erfassen 3 Sickerwasserperioden:

- I Sickerwasser während des Winters,
- II Sickerwasser nach der Aussaat bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Evapotranspiration ein ständiges Aufgießen auf 70% der max. WK erforderlich macht,
- III Sickerwasser kurz vor und nach der Ernte, bedingt durch eine Regenperiode.

Zu I: In beiden Gefäßserien besteht eine Differenzierung in der Menge des Sickerwassers, indem unter Winterweizen, der im Frühjahr durch Vogelfraß mit Sommerweizen ersetzt werden mußte, der Durchlauf mit durchschnittlich 5,5 Lit./Gefäß um ca. 1 Lit. geringer ist als bei der Haferserie mit durchschnittlich 6,5 Lit./Gefäß. Unterschiedliche Sickerwassermengen in den einzelnen N-Stufen wurden vorwiegend durch Schwundklüfte bedingt, die sehr leicht beim Transportieren der Eimer zwischen Füllung und Eimerwand entstehen. Bezüglich des Durchlaufes muß hier vermerkt werden, das derselbe in den Rübenblattgefäßen stets rascher vor sich

Tabelle 26 :

Rübenblattdüngung zu Sommerweizen
Rausch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch
Stickstoffauswaschung in mg/Gefäß

Var.	I - ohne Rüben				II - 250g Rübenblatt/Gefäß				III - 500g Blatt				IV - 750g Blatt			
Sickerwasser I: 8.11.1968 - 14.4.1969 (Auswaschung während Winter, Gefäße ohne N-Dgg.)																
	H ₂ O ml/ Gefäß	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O ml/ Gefäß	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O ml/ Gefäß	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O ml/ Gefäß	NO ₃	NH ₄	Gesamt
N ₀	5209	223,0	-	223,0	5027	265,3	2,8	268,1	6057	236,3	62,1	298,4	5947	159,1	132,0	291,1
N ₁	4900	238,3	-	238,3	4895	283,3	13,7	297,0	5975	193,2	52,1	245,3	5699	240,6	94,9	335,5
N ₂	5253	198,1	-	198,1	5460	273,9	6,0	279,9	6332	265,1	32,1	297,2	5622	180,7	138,2	318,9
N ₃	5431	245,2	-	245,2	5475	335,0	5,5	341,5	6318	280,9	26,2	307,1	4817	57,2	73,4	130,6
M	5198	226,2	-	226,2	5214	269,4	7,2	295,6	6170	243,9	43,1	287,0	5521	159,4	109,6	269,0
Sickerwasser II: 22.4.1969 - 23.5.1969 (Auswaschung nach Aussaat, Gefäße mit Dgg.)																
	H ₂ O	NO ₃ (15)	NO ₃ (14)	Gesamt	H ₂ O	NO ₃ (15)	NO ₃ (14)	Gesamt	H ₂ O	NO ₃ (15)	NO ₃ (14)	Gesamt	H ₂ O	NO ₃ (15)	NO ₃ (14)	Gesamt
	angew.	org.	org.		angew.	org.	org.		angew.	org.	org.		angew.	org.	org.	
N ₀	1167	-	15,2	15,2	943	-	38,1	38,1	683	-	82,0	82,0	577	-	164,4	164,4
N ₁	770	385,6	5,1	391,9	467	200,2	24,1	224,3	600	197,8	74,7	272,5	317	51,6	83,6	135,2
N ₂	447	309,2	6,5	315,7	230	83,9	17,8	101,7	587	375,9	72,5	448,4	540	241,2	133,4	374,6
N ₃	510	516,5	17,0	533,5	463	219,9	29,1	249,0	383	327,2	46,9	374,1	477	257,3	117,6	374,9
M	723	303,1	10,9	314,1	526	126,0	27,3	153,3	586	225,2	69,0	294,2	502	137,5	124,7	262,3
Sickerwasser III: 14.8.1969 - 30.8.1969 (Auswaschung vor und nach der Ernte)																
	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt
N ₀	6553	-	-	-	4943	-	-	-	4680	-	-	-	4767	-	-	-
N ₁	4820	17,6	-	17,6	4253	7,5	4,4	11,9	4337	3,6	4,2	7,8	2493	4,4	1,6	6,0
N ₂	3027	8,3	-	8,3	2937	7,4	3,2	10,6	2750	1,4	2,6	4,0	1783	-	2,7	2,7
N ₃	3023	9,2	-	9,2	1930	3,4	3,8	7,2	2347	1,7	1,8	3,9	1987	9,5	-	9,5
M	4355	8,6	-	8,6	3815	5,6	2,8	7,4	3528	1,7	2,2	3,9	2657	3,5	1,1	4,5
Sickerwasser I - III																
Var. N-Bt	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O	Blatt N	Bl. N	Blatt	H ₂ O	Blatt	Blatt	Blatt	H ₂ O	Blatt	Blatt	Blatt
				N		NO ₃	NH ₄	Gesamt		NO ₃	NH ₄	Gesamt		NO ₃	NH ₄	Gesamt
N ₀	12931	238,2	-	238,2	10913	65,2	2,8	68,0	11420	80,2	62,1	142,2	11391	149,2	132,0	281,2
N ₁	10490	648,0	-	648,0	9615	64,0	18,1	82,1	10912	69,6	56,3	125,9	8909	80,6	96,5	177,2
N ₂	8727	522,1	-	522,1	8627	87,1	9,2	96,3	9639	133,0	34,7	167,7	7945	126,9	140,9	267,8
N ₃	8954	787,9	-	787,9	7866	101,9	10,3	112,2	9046	65,5	26,0	93,6	6881	100,6	73,4	174,0
M	10277	549,0	-	549,0	9256	79,5	10,1	89,6	10255	87,1	45,3	132,4	8682	98,4	110,7	225,1
N aus Düngung und Boden																
N ₀				238,2				238,2					238,2			174,3
N ₁				648,0				451,1					399,7			299,4
N ₂				522,1				295,9					581,9			428,4
N ₃				787,9				485,5					592,1			341,0
M				549,0				367,7					452,9			310,7

Tabelle 27:

Rübenblattdüngung zu Hafer
Rauisch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch
Stickstoffauswaschung in mg/Gefäß

Var.	I = ohne Rübenblatt				II = 250g Rübenblatt/Gefäß				III = 500g Blatt				IV = 750g Blatt			
Sickerwasser I: 5.11.1968 - 14.4.1969 (Auswaschung während Winter, Gefäß ohne N-Dgg.)																
	H ₂ Oml/ Gefäß	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ Oml/ Gefäß	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ Oml/ Gefäß	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ Oml/ Gefäß	NO ₃	NH ₄	Gesamt
N ₀	5969	184,4	-	184,4	5833	250,9	12,8	263,7	7140	224,8	11,3	236,1	6015	167,0	27,0	194,0
N ₁	6391	159,9	-	159,9	6306	149,6	4,3	153,9	6708	118,1	4,9	123,0	6191	161,2	12,0	173,2
N ₂	6285	151,5	-	151,5	6594	202,7	3,9	206,6	6368	179,6	5,3	184,9	6316	161,4	73,2	234,6
N ₃	6176	160,6	-	160,6	7367	127,7	1,2	128,9	6115	134,6	16,6	151,2	6972	109,4	93,8	203,2
M	6205	166,6	-	166,6	6530	182,7	5,6	188,3	6582	164,2	9,5	173,8	6373	149,8	51,5	201,3
Sickerwasser II: 22.4.1969 - 23.5.1969 (Auswaschung nach Aussaat, Gefäße mit N-Dgg.)																
	H ₂ O	NO ₃ (15) anorg.	NO ₃ (14) org.	Gesamt	H ₂ O	NO ₃ (15) anorg.	NO ₃ (14) org.	Gesamt	H ₂ O	NO ₃ (15) anorg.	NO ₃ (14) org.	Gesamt	H ₂ O	NO ₃ (15) anorg.	NO ₃ (14) org.	Gesamt
N ₀	587	-	1,3	1,3	750	-	27,9	27,9	1047	-	77,3	77,3	800	-	124,7	124,7
N ₁	510	190,0	6,5	196,5	1055	480,0	35,6	515,6	700	270,2	93,6	363,8	280	48,4	66,6	115,0
N ₂	627	411,1	17,5	428,6	620	408,8	39,8	448,6	570	255,6	93,7	349,3	497	166,5	116,9	283,4
N ₃	750	848,3	24,9	873,2	767	567,1	55,6	622,7	613	445,2	112,4	557,6	740	657,2	172,7	829,9
M	566	362,3	12,6	374,9	796	364,0	39,7	403,7	732	242,8	94,2	337,0	579	218,0	120,2	338,2
Sickerwasser III: 14.8.1969 - 30.8.1969 (Auswaschung vor und nach Ernte)																
	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt
N ₀	4727	-	-	4727	-	-	-	-	4627	-	-	-	3927	-	-	-
N ₁	4427	3,7	-	3,7	4340	1,0	2,2	3,2	5200	17,6	2,2	19,8	4247	7,3	1,4	8,7
N ₂	4847	2,4	-	2,4	4720	6,7	-	6,7	4263	3,5	6,3	9,8	3340	15,2	2,2	17,4
N ₃	3973	12,1	-	12,1	3980	12,0	3,5	15,5	3353	40,3	4,5	53,8	2003	55,5	1,3	56,8
M	4493	4,6	-	4,6	4451	4,9	1,4	6,3	4360	17,6	3,2	20,8	3379	19,5	1,2	20,7
Sickerwasser I = III																
	H ₂ O	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ O	Blatt NO ₃	Blatt NH ₄	Blatt Gesamt	H ₂ O	Blatt NO ₃	Blatt NH ₄	Blatt Gesamt	H ₂ O	Blatt NO ₃	Blatt NH ₄	Blatt Gesamt
N ₀	11384	185,7	-	185,7	11350	93,1	12,8	105,9	12814	116,7	11,3	128,0	10742	123,4	27,0	150,4
N ₁	11328	360,1	-	360,1	11721	29,1	6,5	35,6	12608	73,2	7,1	80,3	10718	65,0	13,4	78,4
N ₂	11759	592,5	-	592,5	11934	67,8	3,9	71,7	11201	95,4	11,6	107,0	10153	112,2	75,4	187,6
N ₃	10899	1045,9	-	1045,9	12114	30,7	4,7	35,4	10081	124,7	21,1	145,8	9715	191,2	95,1	286,3
M	11266	546,1	-	546,1	11779	55,2	7,0	62,2	11674	102,5	12,8	115,3	10331	123,0	82,7	175,7
N aus Düngung und Boden																
N ₀				185,7				185,7				185,4				168,3
N ₁				360,1				377,1				426,3				218,5
N ₂				592,2				590,2				434,0				347,6
N ₃				1045,9				431,7				616,8				803,3
M				546,1				461,4				416,4				384,5

ging als in den Kontroll-Eimern. Mit dem Sickerwasser der Weizenserie wurden auf der Kontrolle über Winter 226 mg N/Gefäß als NO_3 ausgewaschen. Dieser Verlust ist in den blattgedüngten Varianten mit durchschnittlich 58 mg N/Gefäß erwartungsgemäß höher. Es wird erstaunlicherweise von der niedrigen Blattserie überschritten, während er unter den hohen Blattgaben geringer ist. D.h., daß mit steigender Blattgabe unabhängig vom Sickerwasseranteil die N-Auswaschungsverluste abnehmen. Innerhalb dieser Größenordnungen verhält sich der NH_4 -Anteil genau umgekehrt proportional. Beträgt er bei der 250 g Blattvariante 7,2 mg/Gefäß, steigt er bei 500 g Blatt über 53,1 mg auf 109,6 mg bei 750 g Rü-Blatt. Da in der Kontrolle kein NH_4 -N nachweisbar war, darf angenommen werden, daß er allein aus dem Rübenblatt stammt und bei hoher Blattdüngung dem aus dem Boden stammenden NO_3 -Anteil aus der Lösung zunehmend verdrängt.

Ähnliche Verhältnisse bezüglich der NH_4 -Auswaschung liegen bei den Hafergefäßen vor. Der absolute Anteil ist hier jedoch mit 5,6 , 9,3 und 51,5 mg/Gefäß mit Ausnahme der Variante III um die Hälfte geringer. Nicht verständlich ist die Tatsache, daß die Gesamt-N-Auswaschung dieser Gefäßserie trotz nahezu gleicher

Bedingungen mit durchschnittlich 180 mg um mehr als 65% geringer ist. Das gilt umso mehr, als in dieser Serie, wie bereits bekannt, im gleichen Winterabschnitt ein Liter Sickerwasser mehr je Gefäß durchlief.

Zu II: Die N-Analyse dieses Sickerwasseranteiles gestattet eine Trennung in die Stickstofffraktion, die als $\text{NO}_3^{(15)}$ aus der Düngung und als $\text{NO}_3^{(14)}$ aus dem Boden bzw. "Boden und Rübenblatt" stammen muß. Aus der entsprechenden Differenz dieser Größen errechnet sich der reine Blattstickstoffanteil. Obwohl die II. Sickerwasserperiode nur einen Zeitraum von 4 Wochen erfaßt und die Durchlaufmenge mit ca. 550 ml/Gefäß bei Weizen und 670 ml/Gefäß bei Hafer gering ist, werden dennoch z.T. höhere Gesamt-N-Verluste als in der Winterperiode gemessen. Im groben Durchschnitt erreichen sie unter Sommerweizen ähnliche Werte wie bei der Wintersickerwasserperiode, während sie unter Hafer im Mittel doppelt so hoch sind. Diese Aussage bezieht sich nahezu ausschließlich auf den anorganischen $\text{NO}_3^{(15)}$ -Anteil, wobei unter

Sommerweizen die Auswaschung nach Rübenblatt um ca. 37%, die unter Hafer um ca. 22% niedriger ist als die Kontrolle. Analog zu den Analysenergebnissen des Wintersickerwassers nimmt dagegen der ausgewaschene Blattstickstoffanteil ($= \text{NO}_3^{(14)}$ organisch) mit steigender Blattgabe zu. Er bewegt sich in beiden Serien um 22, 70 und 100 mg/Gefäß entsprechend den Blattvarianten II, III und IV, wobei diese Mittelwerte bei Weizen unterschritten, bei Hafer überschritten werden.

Zu III: Hohe Niederschläge vor der Ernte füllten die Gefäße auf maximale Wasserkapazität, so daß Sickerwasser austrat und im Rahmen der Gesamtbilanz aufgefangen und untersucht werden mußte. In der 14-tägigen Messperiode durchliefen 2,7 - 4,5 Lit./Gefäß. Diese Menge entspricht nahezu zwei Drittel des Wintersickerwassers. Der N-Anteil ist mit 5-20 mg N/Gefäß jedoch außerordentlich gering und ein Hinweis dafür, daß die Pflanzen den lösl. N-Anteil dem Boden zu diesem Zeitpunkt weitgehend entzogen haben.

Die Summe des aus dem Rübenblatt in den Sickerwasserperioden I-III ausgewaschenen Stickstoffs beträgt unter Sommerweizen bei steigenden Blattgaben 90, 132 und 225 mg/Gefäß und entspricht damit einem Auswaschungsverlust von 16,3 bzw. 11,9 und 13,5%. Unter Hafer ist der Verlust mit 62, 115 und 176 mg/Gefäß = 11,3, 10,4 und 10,6% trotz höherer Sickerwassermengen geringer, was in unmittelbarem Zusammenhang mit dem höheren Stickstoffentzug durch die Pflanze stehen dürfte. Im groben Durchschnitt geht die Hälfte des ausgewaschenen Rübenblatt-N mit den Winterniederschlägen verloren. Wenn die Werte als Mittel der N-Stufen diskutiert wurden, so deshalb, weil sich die steigenden N-Gaben mit höheren Auswaschungswerten im Sickerwasser gut nachweisen lassen, jedoch keinen Einfluß auf die Auswaschungsrate des Blattstickstoffs nehmen.

Über die Auswaschung der übrigen Nährstoffe unterrichten die Tabellen 28 und 29. Der Hauptanteil ist hierbei über Winter festzustellen, wobei die höheren Nährstoffanteile nach Rübenblattdüngung deutlich ablesbar sind. Hohe Nährstoffverluste finden sich dann noch einmal in der Sickerwasserperiode III vor bzw. nach der Ernte. Sie werden jedoch hauptsächlich von den nicht

Ver.	I ohne Rübenblatt										II 250g Rübenblatt/Gefäß										III 500g Rü-Blatt										IV 750g Rü-Blatt									
	Sickerwasser I:5,11,1968 - 14.4.1969 (Auswaschung während Winter, Gefäße ohne anorganische Dgg.)										Sickerwasser II:22.4.1969 - 23.5.1969 (Auswaschung nach Aussaat, Gefäße mit anorganischer Dgg.)										Sickerwasser III:14.8.1969 - 30.8.1969 (Auswaschung vor und nach Ernte)										Sickerwasser IV:14.8.1969 - 30.8.1969 (Auswaschung vor und nach Ernte)									
	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg					
N ₀	56,7	29,7	60,5	675,5	74,5	305,5	20,9	655,7	1136,1	131,9	659,0	44,3	1431,8	1489,2	252,5	1047,1	38,7	2066,4	1396,4	262,4	1047,1	38,7	2066,4	1396,4	262,4	1047,1	38,7	2066,4	1396,4	262,4	1047,1	38,7	2066,4	1396,4	262,4					
N ₁	59,0	29,4	55,8	546,5	72,8	277,4	19,8	636,0	1227,8	135,9	821,6	40,5	1332,1	1619,9	240,1	1021,9	32,6	2267,9	1499,3	257,5	1021,9	32,6	2267,9	1499,3	257,5	1021,9	32,6	2267,9	1499,3	257,5	1021,9	32,6	2267,9	1499,3	257,5					
N ₂	47,9	19,9	46,3	522,1	62,1	254,3	20,2	632,3	1164,5	150,3	535,0	50,0	1251,1	1646,6	215,6	1319,4	59,5	2030,9	1212,6	164,8	1319,4	59,5	2030,9	1212,6	164,8	1319,4	59,5	2030,9	1212,6	164,8	1319,4	59,5	2030,9	1212,6	164,8					
N ₃	49,5	24,1	47,4	567,2	66,8	222,8	23,5	573,9	1181,8	134,8	477,9	46,3	1234,8	1706,9	217,2	1124,9	34,2	2112,8	1323,1	172,7	1124,9	34,2	2112,8	1323,1	172,7	1124,9	34,2	2112,8	1323,1	172,7	1124,9	34,2	2112,8	1323,1	172,7					
M	53,5	25,5	52,5	577,8	69,1	265,0	21,1	624,5	1178,1	138,2	573,4	45,3	1312,5	1615,4	231,4	1128,3	41,4	2119,5	1359,4	214,4	1128,3	41,4	2119,5	1359,4	214,4	1128,3	41,4	2119,5	1359,4	214,4	1128,3	41,4	2119,5	1359,4	214,4					
Sickerwasser II:22.4.1969 - 23.5.1969 (Auswaschung nach Aussaat, Gefäße mit anorganischer Dgg.)																																								
N ₀	298,2	-	62,5	579,8	63,9	366,7	-	87,2	315,6	41,3	186,7	-	74,7	256,7	70,0	367,3	-	113,6	259,0	49,0	367,3	-	113,6	259,0	49,0	367,3	-	113,6	259,0	49,0	367,3	-	113,6	259,0	49,0					
N ₁	40,9	-	49,6	754,6	77,0	33,7	-	52,9	399,2	49,6	86,8	-	66,7	452,5	46,5	65,3	-	46,7	156,1	19,6	65,3	-	46,7	156,1	19,6	65,3	-	46,7	156,1	19,6	65,3	-	46,7	156,1	19,6					
N ₂	8,9	-	19,9	596,5	59,2	13,8	-	22,5	172,5	19,2	96,8	-	80,1	735,3	92,5	157,1	-	78,9	519,4	57,2	157,1	-	78,9	519,4	57,2	157,1	-	78,9	519,4	57,2	157,1	-	78,9	519,4	57,2					
N ₃	17,8	-	27,0	969,0	89,3	36,4	-	63,1	687,6	65,5	53,7	-	62,1	590,3	61,3	150,2	-	88,6	514,8	48,1	150,2	-	88,6	514,8	48,1	150,2	-	88,6	514,8	48,1	150,2	-	88,6	514,8	48,1					
M	91,5	-	39,8	725,0	72,4	112,7	-	56,4	393,7	43,9	106,0	-	71,4	508,7	67,6	185,0	-	81,9	362,3	43,5	185,0	-	81,9	362,3	43,5	185,0	-	81,9	362,3	43,5	185,0	-	81,9	362,3	43,5					
Sickerwasser III:14.8.1969 - 30.8.1969 (Auswaschung vor und nach Ernte)																																								
N ₀	634,3	10,6	188,7	2076,6	237,0	630,6	15,6	253,5	1984,6	221,6	584,6	9,2	298,9	2009,9	188,4	654,6	7,9	343,1	1655,5	187,7	654,6	7,9	343,1	1655,5	187,7	654,6	7,9	343,1	1655,5	187,7	654,6	7,9	343,1	1655,5	187,7					
N ₁	244,3	7,9	166,3	2671,7	134,2	189,7	2,9	311,2	3006,8	185,1	227,7	7,4	327,7	3143,9	188,7	184,4	1,2	263,6	793,3	115,5	184,4	1,2	263,6	793,3	115,5	184,4	1,2	263,6	793,3	115,5	184,4	1,2	263,6	793,3	115,5					
N ₂	103,7	3,8	226,8	2396,9	129,2	147,8	3,0	239,2	2251,0	138,4	172,8	1,8	227,9	1911,9	93,3	223,6	1,5	242,3	465,1	420,0	223,6	1,5	242,3	465,1	420,0	223,6	1,5	242,3	465,1	420,0	223,6	1,5	242,3	465,1	420,0					
N ₃	118,5	1,9	127,7	1995,9	83,1	161,9	0,4	136,5	1637,8	79,5	188,3	-	185,8	833,8	92,1	273,5	0,2	281,2	1086,6	142,3	273,5	0,2	281,2	1086,6	142,3	273,5	0,2	281,2	1086,6	142,3	273,5	0,2	281,2	1086,6	142,3					
M	280,2	6,1	177,4	2285,3	145,9	282,5	2,1	235,1	2220,1	156,2	293,4	4,6	250,0	1974,9	140,6	334,0	2,7	282,6	1178,5	216,4	334,0	2,7	282,6	1178,5	216,4	334,0	2,7	282,6	1178,5	216,4	334,0	2,7	282,6	1178,5	216,4					
Differenz zu I																																								
N ₀	1011,2	40,3	311,7	3331,9	375,4	4291,6	-17,3	4684,7	+105,4	+19,4	+419,1	+7,6	+1453,7	+423,9	+135,5	+1057,8	+6,3	+2231,4	-19,0	+123,7	+1057,8	+6,3	+2231,4	-19,0	+123,7	+1057,8	+6,3	+2231,4	-19,0	+123,7	+1057,8	+6,3	+2231,4	-19,0	+123,7					
N ₁	343,2	36,3	271,7	3972,8	284,0	+157,6	-13,6	728,4	+661,0	+86,6	+592,8	+11,6	+1456,5	+1242,5	+191,3	+928,4	-2,5	+4266,5	-1524,1	+108,6	+928,4	-2,5	+4266,5	-1524,1	+108,6	+928,4	-2,5	+4266,5	-1524,1	+108,6	+928,4	-2,5	+4266,5	-1524,1	+108,6					
N ₂	160,5	23,7	293,0	3515,5	280,5	+285,4	-0,5	+601,0	+72,5	+57,4	+684,1	+28,1	+1266,1	+1539,9	+15,3	+1539,9	+37,3	+2059,1	-605,0	+391,5	+1539,9	+37,3	+2059,1	-605,0	+391,5	+1539,9	+37,3	+2059,1	-605,0	+391,5	+1539,9	+37,3	+2059,1	-605,0	+391,5					
N ₃	185,8	26,0	202,1	3532,1	239,2	+236,3	-2,1	+571,4	-24,9	+40,6	+534,5	+20,3	+1280,6	-401,1	+131,4	+1362,8	+8,4	+4280,5	-607,6	+123,9	+1362,8	+8,4	+4280,5	-607,6	+123,9	+1362,8	+8,4	+4280,5	-607,6	+123,9	+1362,8	+8,4	+4280,5	-607,6	+123,9					
M	425,2	31,6	269,7	3988,1	287,3	+203,4	-8,4	+646,3	+210,0	+51,0	+547,6	+18,3	+1364,2	+510,9	+152,3	+1222,1	+12,4	+2214,3	-688,9	+166,9	+1222,1	+12,4	+2214,3	-688,9	+166,9	+1222,1	+12,4	+2214,3	-688,9	+166,9	+1222,1	+12,4	+2214,3	-688,9	+166,9					

Tabelle 29:

Rübenblattdüngung zu Hefer im Gefäßeversuch

Reutisch - Holzhausen 1969/69

Nährstoffaufwaschung in mg/Gefäß

Var.	I ohne Rübenblatt										II 250g Rü-Blatt/Gefäß										III 500g Rü-Blatt										IV 750g Rü-Blatt									
	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg					
Sickerwasser I: 5.11.1968 - 14.4.1969 (Auswaschung während Winter, Gefäße ohne anorganische Dgg.)																																								
N ₀	77,7	25,5	71,9	597,0	67,6	349,0	43,8	677,4	1031,2	145,2	716,7	45,2	1213,6	1445,7	250,6	1154,7	12,3	1996,1	1613,8	310,2	1154,7	12,3	1996,1	1613,8	310,2	1154,7	12,3	1996,1	1613,8	310,2	1154,7	12,3	1996,1	1613,8	310,2	1154,7	12,3	1996,1	1613,8	310,2
N ₁	70,3	35,8	69,8	920,1	59,8	273,0	28,7	531,1	1085,9	86,0	647,2	29,6	1089,2	941,6	220,4	1220,5	31,6	1814,9	1441,3	285,5	1220,5	31,6	1814,9	1441,3	285,5	1220,5	31,6	1814,9	1441,3	285,5	1220,5	31,6	1814,9	1441,3	285,5	1220,5	31,6	1814,9	1441,3	285,5
N ₂	70,2	36,5	71,6	925,8	63,7	399,6	35,7	861,4	996,4	166,9	673,8	41,1	1170,0	1153,6	242,5	1111,6	38,3	1826,8	1569,0	305,9	1111,6	38,3	1826,8	1569,0	305,9	1111,6	38,3	1826,8	1569,0	305,9	1111,6	38,3	1826,8	1569,0	305,9	1111,6	38,3	1826,8	1569,0	305,9
N ₃	66,5	33,3	60,8	506,0	54,4	299,4	66,6	893,0	994,8	138,1	648,9	31,4	1136,1	1448,6	223,6	1185,3	30,0	1742,1	1638,4	290,0	1185,3	30,0	1742,1	1638,4	290,0	1185,3	30,0	1742,1	1638,4	290,0	1185,3	30,0	1742,1	1638,4	290,0	1185,3	30,0	1742,1	1638,4	290,0
M	71,2	33,8	68,5	537,2	61,4	330,0	43,7	896,7	1027,6	134,8	671,7	36,8	1152,7	1247,6	234,3	1166,0	28,1	1845,5	1565,6	297,9	1166,0	28,1	1845,5	1565,6	297,9	1166,0	28,1	1845,5	1565,6	297,9	1166,0	28,1	1845,5	1565,6	297,9	1166,0	28,1	1845,5	1565,6	297,9
Sickerwasser II: 22.4.1969 - 23.5.1969 (Auswaschung nach Aussaat, Gefäße mit anorganischer Dgg.)																																								
N ₀	384,2	-	48,0	328,7	28,7	275,8	-	75,6	342,3	26,2	297,7	-	65,3	321,7	27,4	169,4	-	114,0	369,0	30,0	169,4	-	114,0	369,0	30,0	169,4	-	114,0	369,0	30,0	169,4	-	114,0	369,0	30,0	169,4	-	114,0	369,0	30,0
N ₁	45,5	-	16,8	429,3	36,9	201,5	-	103,3	1011,7	106,8	125,0	-	81,6	649,0	69,5	65,8	-	31,6	151,2	16,8	65,8	-	31,6	151,2	16,8	65,8	-	31,6	151,2	16,8	65,8	-	31,6	151,2	16,8	65,8	-	31,6	151,2	16,8
N ₂	18,8	-	28,7	843,0	76,7	65,4	-	82,7	786,8	69,9	131,4	-	58,4	544,9	48,2	142,0	-	50,5	413,2	46,7	142,0	-	50,5	413,2	46,7	142,0	-	50,5	413,2	46,7	142,0	-	50,5	413,2	46,7	142,0	-	50,5	413,2	46,7
N ₃	33,1	-	43,5	587,0	137,2	89,0	-	64,0	1082,8	101,9	142,7	-	74,8	883,2	65,5	267,5	-	95,8	1434,6	141,6	267,5	-	95,8	1434,6	141,6	267,5	-	95,8	1434,6	141,6	267,5	-	95,8	1434,6	141,6	267,5	-	95,8	1434,6	141,6
M	120,4	-	34,3	647,0	47,4	157,9	-	81,4	805,9	76,2	164,2	-	70,1	599,7	52,7	160,9	-	73,0	310,8	31,2	160,9	-	73,0	310,8	31,2	160,9	-	73,0	310,8	31,2	160,9	-	73,0	310,8	31,2	160,9	-	73,0	310,8	31,2
Sickerwasser III: 14.8.1969 - 30.8.1969 (Auswaschung vor und nach Ernte)																																								
N ₀	538,5	-	157,9	1843,3	236,3	829,7	5,4	225,3	1688,9	224,8	590,8	-	139,4	1270,0	152,6	633,5	-	148,6	1008,4	136,6	633,5	-	148,6	1008,4	136,6	633,5	-	148,6	1008,4	136,6	633,5	-	148,6	1008,4	136,6	633,5	-	148,6	1008,4	136,6
N ₁	402,6	4,8	17,7	1320,9	178,5	282,0	1,7	161,9	1327,3	173,0	338,1	2,9	149,7	1366,6	195,6	348,5	0,7	189,8	1418,6	238,3	348,5	0,7	189,8	1418,6	238,3	348,5	0,7	189,8	1418,6	238,3	348,5	0,7	189,8	1418,6	238,3	348,5	0,7	189,8	1418,6	238,3
N ₂	117,2	5,6	127,3	1836,2	200,5	263,6	4,4	163,2	1373,3	163,8	255,6	1,2	157,6	1427,0	182,8	338,5	2,4	205,5	1447,9	218,8	338,5	2,4	205,5	1447,9	218,8	338,5	2,4	205,5	1447,9	218,8	338,5	2,4	205,5	1447,9	218,8	338,5	2,4	205,5	1447,9	218,8
N ₃	199,4	3,0	80,2	1286,1	106,5	129,6	3,4	150,3	1514,6	174,5	213,6	2,0	180,9	1294,8	150,8	336,5	0,3	105,1	637,0	88,4	336,5	0,3	105,1	637,0	88,4	336,5	0,3	105,1	637,0	88,4	336,5	0,3	105,1	637,0	88,4	336,5	0,3	105,1	637,0	88,4
M	314,4	3,4	120,8	1564,6	180,9	376,2	3,7	175,2	1526,0	184,0	374,5	1,5	156,9	1329,6	188,0	414,8	0,9	162,3	1128,0	170,7	414,8	0,9	162,3	1128,0	170,7	414,8	0,9	162,3	1128,0	170,7	414,8	0,9	162,3	1128,0	170,7	414,8	0,9	162,3	1128,0	170,7
Differenz zu I																																								
N ₀	1000,4	29,5	277,8	2769,0	334,6	4454,1	+19,7	+700,5	+493,4	+62,6	+664,8	+15,7	+1140,5	+269,4	+96,0	+956,2	-17,2	+1982,9	+221,2	+142,2	+956,2	-17,2	+1982,9	+221,2	+142,2	+956,2	-17,2	+1982,9	+221,2	+142,2	+956,2	-17,2	+1982,9	+221,2	+142,2	+956,2	-17,2	+1982,9	+221,2	+142,2
N ₁	518,4	40,6	204,3	2270,3	279,2	4236,1	-10,2	+592,0	+1154,6	+90,6	+591,9	-8,1	+1116,4	+709,5	+200,3	+1116,4	-8,1	+1832,0	+740,8	+266,4	+1116,4	-8,1	+1832,0	+740,8	+266,4	+1116,4	-8,1	+1832,0	+740,8	+266,4	+1116,4	-8,1	+1832,0	+740,8	+266,4	+1116,4	-8,1	+1832,0	+740,8	+266,4
N ₂	206,2	42,1	227,6	3205,0	340,9	5522,4	-2,0	+599,7	+46,4	+61,7	+854,6	+0,2	+1198,4	+79,5	+132,6	+1385,9	-1,4	+1855,2	+225,2	+230,0	+1385,9	-1,4	+1855,2	+225,2	+230,0	+1385,9	-1,4	+1855,2	+225,2	+230,0	+1385,9	-1,4	+1855,2	+225,2	+230,0	+1385,9	-1,4	+1855,2	+225,2	+230,0
N ₃	299,0	36,3	184,5	2751,1	208,3	4218,0	+33,7	+622,8	+841,1	+206,2	+706,2	-2,9	+1209,3	+815,5	+231,8	+1492,3	-6,0	+1758,5	+168,9	+201,3	+1492,3	-6,0	+1758,5	+168,9	+201,3	+1492,3	-6,0	+1758,5	+168,9	+201,3	+1492,3	-6,0	+1758,5	+168,9	+201,3	+1492,3	-6,0	+1758,5	+168,9	+201,3
M	506,0	37,1	223,6	2748,9	289,8	4358,2	+10,3	+628,7	+60,6	+105,2	+704,4	+1,3	+1166,1	+428,0	+165,2	+1237,7	-8,2	+1857,2	+255,5	+209,9	+1237,7	-8,2	+1857,2	+255,5	+209,9	+1237,7	-8,2	+1857,2	+255,5	+209,9	+1237,7	-8,2	+1857,2	+255,5	+209,9	+1237,7	-8,2	+1857,2	+255,5	+209,9

von den Pflanzen aufgenommenen Düngersalzen bestimmt. Im Einzelnen ist die Kaliumauswaschung mit 50-70 mg/Gefäß über Winter in der Kontrollvariante I relativ gering, steigt jedoch mit den Blattgaben sukzessiv an; unter Weizen mit 16,1, 19,6 und 27,4% zum Blattkalium nahezu genauso ausgeprägt wie unter Hafer mit 19,9, 23,0 und 28% für die Variante II-IV. Die Auswaschung aus dem Blatt in der Messperiode nach der Aussaat ist mit 20-40 mg K/Gefäß unbedeutend. Das gleiche gilt für die Auswaschung vor und nach der Ernte. Insgesamt beträgt damit der Kaliumverlust aus dem Rübenblatt rd. 25-30%. Der geringsten Auswaschung unterliegt Phosphor. Das betrifft nicht nur das Düngerphosphat, sondern in gleichem Maße auch das Blattphosphat. Insgesamt werden aus der Kontrollvariante 32-37 mg P/Gefäß ausgewaschen, davon der größte Teil über Winter. In ähnlicher Größenordnung bewegen sich die Auswaschungsverluste in den Blattgefäßen. In nur ganz wenigen Fällen wird eine geringfügig höhere Auswaschungsrate gemessen, die jedoch nicht mehr als 10% des mit dem Blatt zugeführten Phosphors ausmacht.

Dieser Sachverhalt ist eine sehr gute Bestätigung für die relative Unbeweglichkeit des Phosphors im Boden, ganz gleich, ob es sich hierbei um Bodenbündiges-, Dünger- oder Blattphosphat handelt.

Auch die Natrium und Calcium-Auswaschung sind insofern interessant, als beide Kationen unter Blattdüngung weitaus stärker aus den Gefäßen auswandern, als mit der Mineraldüngung und dem Rübenblatt zugeführt werden. So wird das Gesamtnatrium beider Herkünfte bereits durch die Winterniederschläge ausgewaschen. Der Verlust übersteigt mit den höheren Blattgaben die zugeführte Gesamtmenge. Zusammen mit den geringeren Anteilen aus den Sickerwasserperioden II und III wird im Extremfall mit der höchsten Blattgabe mit 2,2 g Na/Gefäß die doppelte Menge ausgewaschen, die durch Düngung und Blatt zugeführt wurde. Hier muß demnach die Blattmineralisation einen stimulierenden Effekt auf die Auswaschung des Bodennatriums ausüben. Diese Vorgänge widersprechen der zunächst gemachten Hypothese, daß das Blattnatrium im Austausch für das Calcium stärker in den Ionenbelag einwandert. Diese Vorstellung wurde zunächst aus der

Tatsache heraus vermutet, daß das Calcium nach Rübenblatt in weitaus größeren Mengen im Sickerwasser zu finden ist, als durch das Blatt zugeführt wird. Das trifft bereits für das Wintersickerwasser zu, mit dem aus den mittleren Blattgaben (Var. II und III) mit durchschnittlich 550 und 800 mg/Gefäß nahezu die doppelte Blattcalciummenge dem Gefäß entzogen wird. Diese erhöhte Auswaschung des Bodencalciums macht sich derart bemerkbar, daß in den folgenden Sickerwasserperioden der Auswaschungsverlust geringer ist als in der Kontrolle, wobei die Differenz mit steigenden Blattgaben größer wird. Das führt in der Gesamtbilanz zu dem Phänomen, daß nunmehr die Kontrollvariante in den Auswaschungsverlusten mit 3,59 und 2,75 g Ca/Gefäß bei Weizen bzw. Hafer höher liegt als die Blattgefäße.

Bei Magnesium bestätigt sich die bereits bei den übrigen Nährstoffen gemachte Feststellung, daß Auswaschungsverluste an Blattnährstoffen weitgehend über Winter eintreten, während der Anteil an den übrigen Sickerwasserperioden verhältnismäßig gering ist und vorwiegend aus dem mineralischen Dünger stammt. So werden aus beiden Gefäßversuchen relativ gleichmäßig über Winter 15-20% des mit dem Blatt zugeführten Magnesiums ausgewaschen.

Zusammenfassend unterliegt demnach das Calcium und Natrium der stärksten Auswaschung. Hierbei läßt sich schwer feststellen, ob beide Größen aus dem Blatt stammen, oder durch die Blattzersetzung zur Auswanderung als bodenbürtige Nährstoffe veranlaßt werden. Eine gute Vorstellung von den Auswaschungsverlusten haben wir bei Kalium und Magnesium, während Phosphor relativ unbeweglich im Boden verbleibt.

5.2. Serie I 17/70 in 2. Nachwirkung zu Hafer

In der Methodik wurde bereits angeführt, daß zur Vermeidung von Konzentrationsschäden für die Keimpflanzen außer Phosphor die übrigen Nährstoffe in 2 Teilgaben gedüngt wurden. Dementsprechend konnten 40 Keimpflanzen ohne Schäden angezogen und ein entsprechender Bestand aufgebaut werden. Während der ganzen Vegetation ließ sich die Blattdüngung nur in der N_0 -Serie optisch nachweisen, in N_1 war sie nur andeutungsweise sichtbar.

5.2.1. Erträge

Die genannten Wachstumsbeobachtungen finden sich in den Erträgen der Tabelle 30 wieder. So vermag die Blattdüngung, ausgehend von N_0 , entsprechend ihrer Abstufung bei Korn einen jeweils gesicherten Ertragszuwachs von 1,5–2 g/Gefäß zu bewirken. Zur Kontrollvariante mit 6,5 g entspricht das einer relativen Steigerung von 22 bzw. 41 und 77%. In den übrigen N-Stufen wirkt die mineralische Düngung so eindeutig, daß die Blattdüngung in ihrer anfänglichen Wirkung völlig überdeckt wird. Die Stroherträge reagieren ähnlich. Auch hier ist der Ertragszuwachs in N_0 bei steigender Blattdüngung mit 23, 36 und 74% gesichert, bei erhöhter mineralischer Stickstoffdüngung nicht mehr nachweisbar. Die gleiche Verhaltensweise von Korn und Stroh muß demzufolge auch in den Gesamterträgen zum Ausdruck kommen. Die geringe Unterlegenheit aller Blattgefäße in N_2 beruht auf dem hohen Ausschlag der Kontrollvariante bei Korn und darf nicht überbewertet werden, da bereits in N_3 wieder eine weitgehende Angleichung stattfindet.

Demnach ist analog dem Feldversuch eine 2. Nachwirkung vorhanden. Sie ist jedoch so schwach, daß sie selbst bei geringer mineralischer Stickstoffdüngung verdeckt und nicht mehr über Mehrerträge wirksam wird.

5.2.2. Nährstoffaufnahme, Ausnutzung des Rübenblattstickstoffs und Nährstoffauswaschung

Wenn bei den Erträgen von einer verdeckten Rübenblattwirkung in den mineralischen Düngungsstufen gesprochen wurde, so ist sie in der Pflanzensubstanz durch höhere N- und K-Aufnahmen nach Tabelle 31 nachweisbar. Sie beruht bei Stickstoff auf den höheren Gehalten im Korn und bei K auf denen im Stroh (s. Anhang 7 A). Die übrigen Nährstoffe bleiben in ihrer Konzentration in der Pflanzensubstanz unbeeinflusst (s. Anhang 7 B), so daß ihre Aufnahme durch die Pflanzen direkt von den Erträgen bestimmt wird.

Aus dem Stickstoffanteil, der aus der erhöhten N-Aufnahme aus dem Rübenblatt stammt (s. Tabelle 32 A), errechnet sich nach Tabelle 32 B eine Ausnutzung des anfänglich mit dem Rübenblatt zugeführten Stickstoffs von ca. 7%. Diese Größenordnung trifft für

alle Blattgaben gleichermaßen zu. Verglichen zum Vorjahr ist die Ausnutzung damit um zwei Drittel zurück gegangen. Wichtig ist hierbei jedoch festzuhalten, daß diese Ausnutzung auf einer höheren Nährstoffaufnahme beruht, die allein von dem Nährstoffgehalt, nicht aber von dem Ertrag bestimmt wird.

Die geringere N-Aufnahme und Ausnutzung des Rübenblattstickstoffs im 2. Nachwirkungsjahr lassen natürlich zunächst vermuten, daß bereits im 1. Jahr eine weitgehende Erschöpfung des Rübenblattstickstoffs stattgefunden hat. Andererseits ergibt eine grobe Vorbilanz, das hier über die Aufnahme und Auswaschung maximal nur 40% des Rübenblattstickstoffs dem Gefäß nachweislich entzogen wurde. Das heißt, daß in der Annahme eines 10%-igen Verlustes durch Denitrifikation nach der ersten Ernte noch ca. 50% des Blattstickstoffs im Gefäß theoretisch verblieben sein müssen. Diese Anmerkung gilt für die Sickerwasseranalyse, da bei gleichem Sickerwasseranfall die Voraussetzungen für mit dem ersten Jahr vergleichbare Verluste theoretisch vorhanden sind. Tatsächlich wurden nach Tabelle 33 B in der Wintersickerwasserperiode aus der Blattvariante II 21 mg NO_3 /Gefäß, III 35 mg/Gefäß und aus der Variante IV 67 mg/Gefäß ausgewaschen, wobei diese Werte nur um ca. ein Drittel niedriger sind als die Vorjahreswerte. Es sind das für die Nachbauserie die einzigen N-Verluste, da weiteres Sickerwasser nach dem Ansetzen der Gefäße nicht mehr anfiel. Weitaus geringer als beim Stickstoff sind die Auswaschungsverluste für die übrigen Blattnährstoffe. Verglichen zur Wintersickerwasserperiode des 1. Jahres werden an Kalium nach Tabelle 34 B mit 86 mg K/Gefäß, 167 und 220 entsprechend der steigenden Blattgaben mit knapp 6% zum Ausgangsgehalt nur noch ein Viertel bis ein Fünftel dessen ausgewaschen, was im ersten Jahr mit dem Wintersickerwasser den Gefäßen entzogen wurde. Der Phosphor verblieb wiederum im Gefäß, während die Natrium- und Calciumauswaschung aus dem Rübenblatt mit 10 bzw. 30% zur Ausgangssubstanz erwartungsgemäß gering ist, nachdem die Auswaschungsverluste im 1. Jahr bereits sehr hoch waren. Bei Magnesium finden wir die gleichen Verhältnisse vor wie bei Stickstoff. Wurden im 1. Jahr 13-19% zum Ausgangsgehalt ausgewaschen, so sind es jetzt mit 4-7% nur ein Drittel.

Tabelle 30:

Rübenblattdüngung zu Hafer, 2. Nachwirkung

Rauisch - Holzhausen 1969/70, Gefäßversuch

Erträge in g ATM/Gefäß

Var. N-St.	I Kontrolle ohne Rübenblatt	II 250g/Gefäß frisches Rü-Bl.	III 500	IV 750
<u>Korn</u>				
N ₀ (ohne N)	± 6,51 0,42	7,95 0,38	9,20 0,17	11,5 0,51
N ₁ (1,550g/Gf.)	± 87,5 1,67	88,9 1,83	88,4 1,36	87,5 1,44
N ₂ (2,550g/Gf.)	± 109,5 0,84	106,5 0,07	104,1 0,35	107,7 1,03
N ₃ (3,550g/Gf.)	± 114,4 3,14	114,2 2,17	118,7* 0,79	115,4 1,52
<u>Stroh</u>				
N ₀	± 7,40 0,40	9,07 0,62	10,0 0,38	12,8 0,44
N ₁	± 75,9 0,97	73,7 1,74	73,6 1,33	74,3 0,60
N ₂	± 83,2 0,71	80,2 0,83	79,7 0,61	82,3 1,33
N ₃	± 85,2 0,57	83,8 0,48	85,2 2,15	86,2* 0,83
<u>Gesamt</u>				
N ₀	± 13,9 0,81	17,0 0,99	19,2 0,53	24,4 0,94
N ₁	± 163,4 1,24	162,6 3,57	162,1 2,68	161,8 2,01
N ₂	± 192,7 1,40	186,7 0,77	183,8 0,71	189,9 3,10
N ₃	± 199,5 3,71	198,1 1,99	203,9* 2,59	201,6 2,35

Tabelle 31:

Rübenblattdüngung zu Hafer — 2. Nachwirkung

Rauisch — Holzhausen 1969/70, Gefäßvers.

Nährstoffaufnahme g/Gefäß

Var.	N				K				P			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
N-St.	-	250g Bl./Gef.	500	750	-	250	500	750	-	250	500	750
Korn												
N ₀ (0)	0,11	0,13	0,15	0,17	0,05	0,06	0,07	0,09	0,03	0,04	0,04	0,05
N ₁ (1,5)	1,13	1,18	1,22	1,24	0,52	0,53	0,50	0,53	0,32	0,30	0,32	0,33
N ₂ (2,5)	1,87	1,90	1,92	1,94	0,65	0,60	0,61	0,62	0,44	0,42	0,44	0,44
N ₃ (3,5)	2,46	2,48	2,51	2,58	0,67	0,68	0,69	0,66	0,48	0,48	0,49	0,48
Stroh												
N ₀	0,02	0,03	0,03	0,03	0,34	0,50	0,51	0,66	0,05	0,06	0,06	0,08
N ₁	0,18	0,19	0,19	0,22	2,91	2,75	2,92	2,87	0,10	0,09	0,10	0,10
N ₂	0,25	0,29	0,33	0,29	3,15	2,93	3,30	3,19	0,06	0,06	0,06	0,06
N ₃	0,43	0,40	0,42	0,40	3,18	3,34	3,47	3,60	0,04	0,04	0,03	0,03
Gesamt												
N ₀	0,13	0,16	0,18	0,20	0,39	0,56	0,58	0,75	0,08	0,10	0,10	0,13
N ₁	1,31	1,37	1,41	1,46	3,43	3,28	3,42	3,40	0,42	0,39	0,42	0,43
N ₂	2,12	2,18	2,24	2,23	3,80	3,53	3,91	3,81	0,50	0,48	0,50	0,50
N ₃	2,88	2,88	3,03	3,08	3,85	4,02	4,16	4,26	0,52	0,52	0,52	0,51

Tabelle 32:

Rübenblattdüngung zu Hafer, 2. Nachwirkung
Reutisch - Holzhausen 1969/70 Gef&Bversuch
A. Stickstoffaufnahme in g/Gef&B

Varianten	I ohne Rübenblatt			II 250g Rü-Blatt			III 500g Rü-Blatt			IV 750g Rü-Blatt		
	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden + Rü-Bl.	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden + Rü-Bl.	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden + Rü-Bl.
Korn												
N ₀ (-)	0,11	-	0,11	0,13	-	0,13	0,15	-	0,15	0,17	-	0,17
N ₁ (1,5g)	1,13	0,99	0,14	1,18	1,02	0,16	1,22	1,03	0,19	1,24	1,02	0,22
N ₂ (2,5g)	1,87	1,75	0,12	1,90	1,72	0,18	1,92	1,73	0,19	1,94	1,72	0,22
N ₃ (3,5g)	2,46	2,39	0,07	2,48	2,35	0,13	2,61	2,49	0,13	2,68	2,47	0,21
M	1,39	1,28	0,11	1,42	1,27	0,15	1,48	1,31	0,17	1,51	1,30	0,21
Stroh												
N ₀	0,02	-	0,02	0,03	-	0,03	0,03	-	0,03	0,03	-	0,03
N ₁	0,18	0,14	0,04	0,19	0,14	0,05	0,19	0,14	0,05	0,22	0,16	0,06
N ₂	0,25	0,22	0,03	0,29	0,24	0,05	0,33	0,28	0,05	0,29	0,24	0,05
N ₃	0,43	0,39	0,04	0,40	0,36	0,04	0,42	0,38	0,04	0,40	0,36	0,04
M	0,22	0,19	0,03	0,23	0,19	0,04	0,24	0,20	0,04	0,24	0,19	0,05
Gesamt												
N ₀	0,13	-	0,13	0,16	-	0,16	0,18	-	0,18	0,20	-	0,18
N ₁	1,31	1,13	0,16	1,37	1,16	0,21	1,41	1,17	0,24	1,46	1,18	0,28
N ₂	2,12	1,97	0,15	2,18	1,96	0,23	2,24	2,01	0,24	2,23	4,15	0,27
N ₃	2,88	2,78	0,11	2,88	2,71	0,17	3,03	2,86	0,17	3,08	2,83	0,25
M	1,61	1,47	0,14	1,65	1,46	0,19	1,72	1,51	0,21	1,75	1,49	0,26

B. Die Ausnutzung des Rübenblattstickstoffs (=A in %) über die Aufnahme und Verwertung (=VW in %)

Varianten	I -			II 0,55g N			III 1,11g N			IV 1,66g N		
	N ¹⁴ aus Boden	A aus Düngung	VW Gesamt N	N ¹⁴ aus Rü-Blatt	A	VW	N ¹⁴	A	VW	N ¹⁴	A	VW
Korn												
N ₀ (-)	0,11	-	59,2	0,02	3,6	61,2	0,02	1,8	61,3	0,06	3,6	67,8
N ₁ (1,5g)	0,14	66,0	77,5	0,02	3,6	75,3	0,05	4,6	72,5	0,08	4,8	70,5
N ₂ (2,5g)	0,12	70,0	58,6	0,06	10,9	56,1	0,07	6,3	54,2	0,10	6,0	55,5
N ₃ (3,5g)	0,07	68,3	46,5	0,06	10,9	46,1	0,06	5,4	45,1	0,14	8,4	43,1
M	0,11	68,1	60,4	0,04	7,3	59,6	0,06	4,5	58,2	0,10	5,7	59,2
Stroh												
N ₀	0,02	-	370,0	0,01	1,8	302,3	-	-	334,4	0,01	0,6	427,6
N ₁	0,04	9,3	421,8	0,01	1,8	387,6	0,01	0,9	387,5	0,02	1,2	337,6
N ₂	0,03	8,8	332,7	0,02	3,6	276,5	0,02	1,8	241,4	0,02	1,2	283,7
N ₃	0,04	11,1	198,0	-	-	209,6	-	-	202,9	-	-	215,6
M	0,03	9,7	330,6	0,01	1,8	294,0	0,01	0,6	291,5	0,02	0,7	316,1
Gesamt N₀												
N ₀	0,13	-	107,0	0,03	5,4	106,4	0,02	1,8	106,8	0,07	4,2	121,8
N ₁	0,16	75,3	124,8	0,03	5,4	118,6	0,06	5,4	114,9	0,10	6,0	110,8
N ₂	0,15	78,8	90,9	0,08	14,5	85,7	0,08	8,1	82,0	0,12	7,2	85,2
N ₃	0,11	79,4	69,3	0,06	10,9	68,8	0,06	5,4	67,3	0,14	8,4	65,5
M	0,14	77,8	98,0	0,05	9,1	94,8	0,07	5,1	92,7	0,12	6,4	95,8

Tabelle 33:

Rübenblattdüngung zu Getreide im Gefäßversuch
- deutsch - Holzhausen 1969/70
Stickstoffaufwaschung in mg/Gefäß

Var.	I = ohne Rübenblatt				II = 250g Rübenblatt/Gefäß				III = 500g Rübenblatt/Gf.				IV = 750g Rübenblatt/Gf.			
	H ₂ Oml/Gef.	NO ₃	W _{fl}	Gesamt	H ₂ Oml/Gef.	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ Oml/Gef.	NO ₃	NH ₄	Gesamt	H ₂ Oml/Gef.	NO ₃	NH ₄	Gesamt
A. Winterweizen - (Stickerwasser I 20.10.1969 - 25.3.1970) - (Gefäße ohne N-Düngung) - Serie II 17/70																
N ₀ (0)	5903	20,7	-	20,7	6210	149,9	8,7	157,6	6913	252,1	21,0	273,1	6060	154,7	87,8	242,5
N ₁ (2)	6060	21,2	-	21,2	6563	151,4	4,6	156,0	6706	180,5	27,1	207,6	6166	185,8	102,5	288,3
N ₂ (3)	6566	22,9	-	22,9	5946	133,6	4,3	137,9	6316	164,3	25,0	189,3	5020	152,4	91,8	244,2
N ₃ (4)	7153	22,5	-	22,5	7623	125,7	3,0	128,7	6426	173,9	33,6	207,5	6066	161,7	69,4	231,1
Summe	25682	87,3	-	87,3	25342	559,6	20,6	580,2	26361	770,8	106,7	877,5	24312	655,6	351,5	1007,1
Mittel	6420	21,8	-	21,8	6335	139,9	5,2	145,1	6590	192,7	26,7	219,4	6078	163,9	87,9	251,8
Differenz zu I																
N ₀		20,7	-	20,7		+128,2	+8,7	+136,9		+231,4	+21,0	+252,4		+134,0	+87,8	+221,8
N ₁		21,2	-	21,2		+130,2	+4,6	+134,8		+159,3	+27,1	+186,4		+165,6	+102,5	+268,1
N ₂		22,9	-	22,9		+110,7	+4,3	+115,0		+141,4	+25,0	+166,4		+129,5	+91,8	+221,3
N ₃		22,5	-	22,5		+103,2	+3,0	+106,2		+151,4	+33,6	+185,0		+139,2	+69,4	+208,6
Mittel		21,8	-	21,8		+118,1	+5,2	+123,3		+170,9	+26,7	+197,6		+142,1	+87,9	+230,0
B. Hafer - (Stickerwasser I 1.9.1969 - 25.3.1970) - (Gefäße ohne N-Düngung) - Serie 17/70																
N ₀ (0)	6923	35,4	-	35,4	7336	55,9	-	55,9	6050	31,8	-	31,8	6033	59,5	-	59,5
N ₁ (1,5)	6493	39,2	-	39,2	5590	59,0	-	59,0	6210	71,1	-	71,1	5260	91,6	-	91,6
N ₂ (2,5)	7640	51,1	-	51,1	7646	60,7	-	60,7	6133	54,6	-	54,6	5030	141,4	-	141,4
N ₃ (3,5)	7153	62,1	-	62,1	6943	97,7	-	97,7	6983	170,7	-	170,7	5920	163,2	-	163,2
Summe	26209	187,8	-	187,8	27515	273,3	-	273,3	25376	329,2	-	329,2	22263	454,7	-	454,7
Mittel	7052	47,0	-	47,0	6878	68,3	-	68,3	6344	82,3	-	82,3	5565	113,7	-	113,7
Differenz zu I																
N ₀		35,4	-	35,4		+20,5	-	+20,5		-3,6	-	-3,6		+23,1	-	+23,1
N ₁		39,2	-	39,2		+19,8	-	+19,8		+31,9	-	+31,9		+52,4	-	+52,4
N ₂		51,1	-	51,1		+9,6	-	+9,6		+3,5	-	+3,5		+90,3	-	+90,3
N ₃		62,1	-	62,1		+35,6	-	+35,6		+106,6	-	+106,6		+101,1	-	+101,1
Mittel		47,0	-	47,0		+21,3	-	+21,3		+35,1	-	+35,1		+66,7	-	+66,7

Tabelle 34.1

Rübenblattdüngung zu Getreide im Gefäßversuch
 Reutisch - Holzhausen 1989/70
 Nährstoffaufnahme in mg/Gefäß

Var.	I = ohne Rübenblatt				II = 250g Rübenblatt/Gefäß				III = 500g Blatt/Gef.				IV = 750g Blatt/Gef.			
	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	K	P	Na	Ca	Mg	
A. Winterweizen - (Glockenwasser I 20.10.1969 - 25.3.1970) - (Gefäße ohne energetische Düngung) - Serie II 17/70																
N ₀ (0)	56,9	24,9	52,7	403,4	39,4	329,9	23,4	751,1	1079,9	154,9	603,7	23,5	1450,6	1427,2	254,7	1053,3
N ₁ (2)	53,5	32,7	58,5	395,3	38,3	330,4	31,5	703,6	809,5	134,2	613,1	20,1	1348,7	1411,3	253,7	1213,3
N ₂ (3)	68,4	34,8	63,7	383,5	43,5	328,8	21,3	721,7	976,8	147,3	591,5	12,0	1424,6	1416,5	270,8	1180,6
N ₃ (4)	75,4	35,7	67,5	414,6	43,4	301,2	47,7	601,0	775,3	146,7	684,5	11,3	1429,5	1442,4	281,3	1157,1
M	68,5	32,0	60,6	399,2	41,1	322,5	28,4	694,3	909,6	145,7	623,2	16,7	1415,8	1424,3	265,1	1153,5
Differenz zu I																
N ₀	56,9	24,9	52,7	403,4	39,4	+253,0	- 1,5	+696,4	+672,5	+115,5	+536,8	- 1,4	+1407,9	+1023,8	+215,3	+ 996,4
N ₁	53,5	32,7	58,7	395,3	38,3	+256,9	- 1,2	+645,1	+414,2	+ 95,9	+549,6	-12,6	+1290,2	+1016,0	+215,4	+1149,8
N ₂	68,4	34,8	63,7	383,5	43,5	+260,4	-13,5	+656,0	+593,3	+103,8	+523,1	-22,8	+1350,9	+1033,9	+227,3	+1112,2
N ₃	75,4	35,7	67,5	414,6	43,4	+225,8	+12,0	+533,5	+351,7	+103,3	+609,1	-24,4	+1362,1	+1027,8	+237,9	+1081,7
M	68,5	32,0	60,6	399,2	41,1	+284,0	- 3,6	+533,7	+510,4	+104,6	+554,7	-15,3	+1355,2	+1025,1	+194,0	+1085,0
B. Weizen - (Glockenwasser I 1.9.1969 - 25.3.1970) - (Gefäße ohne energetische Düngung) - Serie I 17/70																
N ₀ (0)	243,5	15,7	48,3	349,9	45,8	427,5	20,9	104,6	550,1	79,8	375,1	16,1	81,8	492,0	83,4	539,6
N ₁ (4,5)	117,1	11,6	75,6	593,5	61,7	122,2	10,4	65,2	499,0	71,1	148,6	13,1	96,5	540,5	67,6	208,4
N ₂ (2,5)	57,3	8,2	57,5	613,6	70,2	137,9	15,9	80,2	572,6	76,5	161,5	11,8	110,4	573,8	80,1	337,9
N ₃ (3,5)	88,3	11,6	71,3	694,8	70,0	151,7	6,2	146,2	1051,0	109,0	197,9	15,1	164,7	998,1	121,9	305,2
M	125,5	11,7	55,6	590,4	61,9	212,3	13,3	99,5	660,9	84,1	293,3	14,0	113,3	651,1	88,2	347,7
Differenz zu I																
N ₀	243,5	15,7	48,3	349,9	45,8	+184,0	+ 5,2	+56,3	+210,2	+34,0	+131,6	+ 0,4	+33,5	+142,1	+37,6	+296,1
N ₁	117,1	11,6	75,6	593,5	61,7	+ 51,1	- 1,2	+10,4	- 88,5	+ 9,4	+26,5	+1,5	+20,9	- 43,0	+ 5,9	+ 91,3
N ₂	57,3	8,2	57,5	613,6	70,2	+ 60,6	+ 7,7	+25,7	- 41,0	+ 6,3	+104,2	+ 3,6	+52,9	- 39,8	+ 9,9	+280,6
N ₃	88,3	11,6	71,3	694,8	70,0	+ 73,4	- 5,4	+76,9	+406,2	+39,0	+109,6	+ 3,5	+93,4	+343,3	+51,9	+216,9
M	125,5	11,7	55,6	590,4	61,9	+ 85,8	+ 1,6	+43,9	+110,5	+22,8	+165,8	+ 2,3	+57,7	+100,7	+26,3	+221,2
Differenz zu I																
N ₀	243,5	15,7	48,3	349,9	45,8											
N ₁	117,1	11,6	75,6	593,5	61,7											
N ₂	57,3	8,2	57,5	613,6	70,2											
N ₃	88,3	11,6	71,3	694,8	70,0											
M	125,5	11,7	55,6	590,4	61,9											

Damit gehen die Auswaschungsverluste der untersuchten Nährstoffe im groben Durchschnitt auf ein Drittel bis ein Fünftel der Vorjahresverluste zurück.

5.3. Serie II 17/70 in 1. Nachwirkung zum Winterweizen

In abgeänderter Methodik im Ansetzen der Blattgefäße wurde auf das Boden-Blatt-Gemisch 1 Kilo Boden-Sand-Gemisch zur Weizen-einsaat zugegeben. Die Isoliertechnik ließ den vollständig vor Winter aufgegangenen und teilweise bestockten Winterweizen gut überwintern. Vor der ersten N-Düngung im Frühjahr zeigte der Weizen bereits sehr deutlich die unterschiedlich hohen Rübenblattgaben in Wuchs- und Farbentwicklung. Eine am 20. April durchgeführte Messung der Wuchshöhe führte zu folgendem Resultat:

Var.	I	II	III	IV
Blattdüngung	(0)	(250g)	(500)	(750)
Wuchshöhe in cm	9	12	13	13

5.3.1. Erträge

Die bereits zu Ausgang des Winters vorhandene Abstufung in der Pflanzenentwicklung zwischen den Blattvarianten konnte während der ganzen Vegetationsperiode beobachtet werden und kommt letztlich auch in beiden Erntefractionen zum Ausdruck (s.Tab. 35). Das gilt für alle Stickstoffstufen und wird zwangsläufig in N_0 am stärksten sichtbar. Hier steigen bei Korn die Erträge entsprechend den Blattgaben um 9, 16,3 bzw. 22,1 g/Gefäß an, das ist gegenüber der Kontrolle eine sukzessive Zunahme um das Drei-, Viereinhalb- und Sechsfache und ist in dieser Größenordnung vergleichbar mit den Vorjahresergebnissen zu Sommerweizen. Auch in den folgenden beiden N-Stufen ist die Ertragssteigerung durch Rübenblatt mit 10-25% entsprechend hoch. Wenn sie sich über die Differenzbildung zur Kontrolle auch in der Stickstoffstufe N_3 ablesen läßt, ist das einmal eine Folge der in dieser N-Stufe beginnenden Depression bei der Kontrollvariante, andererseits der Tatsache, daß die Erträge nach den Blattzusätzen in Var. III und IV eine derartige Erscheinung noch nicht zeigen, sondern vielmehr noch ansteigen. Diese Verhaltensweise kann hier nicht eindeutig erklärt werden. Das betrifft neben der Depres-

sion der Kontrolle auch die in der niedrigen Blattgabe.

Beim Stroh verläuft die Ertragsbildung in allen N-Stufen mehr oder weniger gesetzmäßig, als sich alle Blattvarianten von der Kontrolle und auch untereinander gesichert absetzen. Die bei Korn angedeuteten Depressionen in N_3 sind nunmehr bei allen Varianten zu finden.

In Übereinstimmung mit der Serie I des ersten Versuchsjahres ist der Stickstoff des Rübenblattes nicht entsprechend zur Wirkung gelangt. Diese Aussage muß insbesondere auf den Stickstoffmangelbereich in N_0 und N_1 bezogen werden. Sie gilt weniger in den hohen Stickstoffstufen, da sich hier beide Jahre gegensätzlich verhalten. Der Sommerweizen der Serie I zeigte hier Depressionserscheinungen, die bei Winterweizen nur andeutungsweise vorhanden sind. Hier macht sich die bessere Technik der Stickstoffdüngung im Frühjahr 1970 bemerkbar.

5.3.2. Nährstoffaufnahme, Ausnutzung des Rübenblattstickstoffes und Nährstoffauswaschung

Im Gegensatz zu den übrigen Gefäßversuchen folgt nach Tabelle 36 die Nährstoffaufnahme direkt den Erträgen. D.h., daß nicht nur N, K und P (Anhang 8 A) sondern auch die übrigen Kationen (Anhang 8 B) in ihren absoluten Werten von der Rübenblattdüngung unbeeinflusst bleiben. In vielen Fällen ist bei steigender Blattgabe ein gewisser Verdünnungseffekt festzustellen, der üblicherweise mit einer erhöhten Ertragsbildung verbunden ist. Alle Blattgefäße hatten sich bisher gegensätzlich verhalten.

Die geradezu klassische Wirkung der Rübenblattdüngung zu Winterweizen läßt zunächst eine hohe Ausnutzungsrate des Rübenblattstickstoffs vermuten. Die bereits erwähnten abnehmenden N-Gehalte in der Pflanzensubstanz mit steigender Blattmenge bilden keinen Widerspruch hierzu, da die N-Aufnahme mit den steigenden Erträgen eng korreliert. Die Trennung der Gesamtstickstoffaufnahme in die einzelnen Herkunftsführt nun zu dem recht interessanten Ergebnis, daß die Mehrerträge der Blattvarianten nicht wie vermutet zum großen Teil auf der Verwertung des Blattstickstoffs beruht als vielmehr auf dem Phänomen, daß mit stei-

genden Blattgaben die Aufnahme aus dem Düngerstickstoff erhöht wird (s. Tab. 37 A). Dies kommt vorwiegend beim Korn zum Ausdruck, bei dem die Stickstoffaufnahme aus der Düngung von 1,20 g/Gefäß bei der Kontrolle auf 1,35 g/Gefäß bei der höchsten Blattgabe ansteigt. Bei ohnehin abnehmenden N-Gehalten muß zwangsläufig der Stickstoffanteil aus dem Rübenblatt gering bleiben. Er beträgt nach Tabelle 37 B 0,11, 0,22 bzw. 0,33 g/Gefäß für die Blattvarianten II bis IV. Das entspricht in etwa der gleichen absoluten Menge, die im ersten Hauptwirkungsjahr zu Sommerweizen nachgewiesen wurde. Wenn der relative Ausnutzungsgrad aus dem Rübenblattstickstoff mit 13,4 - 15,2% zum Vorjahr nahezu um die Hälfte geringer bleibt, beruht das auf der bereits erwähnten verstärkten mineralischen N-Aufnahme als auch auf dem wesentlich höheren N-Gehalt des Rübenblattes.

Mit steigenden Erträgen aber abfallenden N-Gehalten muß zwangsläufig die Stickstoffverwertung in den Blattgefäßen ansteigen. Das ist nach Tabelle 37 B bei Stroh noch besser zu verfolgen als bei Korn, wobei die Rangordnung der Blattvarianten weitgehend gewährt bleibt.

Bei der Nährstoffauswaschung muß berücksichtigt werden, daß mit dem höheren N-Gehalt des Rübenblatt verglichen zum Vorjahr ca. 50% mehr Stickstoff/Gefäß zugeführt wurde. Einem direkten Vergleich mit den Vorjahresergebnissen kommt entgegen, daß nach Tabelle 33 A mit rd. 6,5 Lit./Gefäß die Sickerwassermenge nur um 0,5 Lit./Gefäß höher ist als unter der Sommerweizen-Serie des Vorjahres. Umso erstaunlicher ist es, daß mit dem Wintersickerwasser aus der Kontrollvariante nur 22 mg N/Gefäß mitgeführt wurden und damit nur ein Zehntel der Vorjahresmenge. Für diese geringe Auswaschungsquote könnten zunächst verschiedene Gründe aufgeführt werden. So ist z.B. nicht auszuschließen, daß bereits die Vor- und Nachwinterentwicklung des Winterweizens eine entsprechende Menge des lösl. N-Anteils verbraucht hat. Ferner könnten eingeschränkte Mineralisationsprozesse zu einem verminderten Auswaschungsanteil geführt haben. Letztgenannter Faktor muß jedoch als eine Hypothese angesehen werden, da die Auswaschung aus den Blattgefäßen zwar auch niedrig ist,

als absolute Anteil zur Kontrolle jedoch um das Doppelte bis ein Vielfaches höher ist, wie im Vorjahr. Das betrifft weniger den NH_4 -Anteil - er macht mit 5,2 , 26,7 und 87,9 g entsprechend den Varianten II bis IV ca. 70% des im Vorjahr ausgewaschenen NH_4 -Stickstoffs aus - als vielmehr den NO_3 -Anteil. Damit stehen beide Versuchsjahre in einem gewissen Widerspruch bezüglich der zur Auswaschung gelangten Stickstoffformen. In den absoluten Auswaschungsmengen ist dagegen eine gewisse Annäherung vorhanden: 14% des zugeführten Blattstickstoffes unter Sommerweizen stehen 12% beim vorliegenden Versuch gegenüber.

Ähnliches gilt für die übrigen Nährstoffe, vergleicht man sie über das Wintersickerwasser (Tab. 34 A). Die Kaliauswaschung aus der Kontrolle liegt mit 68,5 g/Gefäß zwischen den beiden Serien des Vorjahres. Der Verlust aus dem Blatt ist um ca. 50-100 mg K/Gefäß höher. In der Endbilanz wird jedoch ein Ausgleich durch die Auswaschungsanteile der Frühjahrs- und Sommersickerwasserperioden herbeigeführt. Mit 22,7% ist der Verlust aus dem Blatt dem des Sommerweizenversuches vergleichbar. Die Phosphorauswaschung hält sich mit 32 mg/Gefäß ebenfalls in vergleichbarem Rahmen. Unter den Blattgefäßen wird die Erfahrung bestätigt, daß die ohnehin geringen Phosphatmengen der Blattdüngung nahezu keiner Auswanderung aus dem Gefäß unterliegen. Bei Calcium wiederholt sich das Phänomen des Vorjahres, indem seine Auswaschung durch die Blattdüngung gefördert wird. Der Anteil nach Abzug des aus den Kontrollgefäßen ausgetretenen Calciums beträgt wiederum bis zum Zweifachen der mit dem Blatt zugeführten Menge, so daß der vermehrte Auswaschungsanteil aus dem Bodencalcium stammen muß. Bei Natrium liegen die Verhältnisse ähnlich. Hier wird das Natrium in der Größenordnung des Blattanteils, sie entspricht mit 0,76 , 1,52 und 2,29 g (Variante II-IV) dem Dreifachen des Calciums, ausgewaschen. Da diese gesamte Menge sicherlich nicht aus dem Blatt über Winter freigesetzt wird, muß ähnlich wie bei Calcium auch hier ein erheblicher Anteil aus dem Bodennatrium entstammen. Bei Magnesium sind die Auswaschungsverluste mit 41 g/Gefäß auf der blattungedüngten Serie um 20 bis 30 mg zum Vorjahr geringer. Sie

werden nach der Blattdüngung derart erhöht, daß er durchschnittlich 33% der mit dem Blatt zugeführten Mg-Menge entspricht.

Zusammenfassend sind demnach die Auswaschungsverluste der zweiten Hauptserie bei nahezu gleichem Sickerwasserdurchfluß höher. In der Gesamtbilanz werden sie teilweise wieder durch die Mengen ausgeglichen, die in der ersten Hauptserie mit dem Sickerwasser nach dem Ansetzen der Gefäße und vor bzw. nach der Ernte abgeführt wurden.

Tabelle 35:

Rübenblattdüngung zu Winterweizen
Rauisch - Holzhausen 1969/70, Gefäßversuch
Erträge in g ATM/Gefäß

Var. N-St.	I Kontrolle ohne Rübenblatt	II 250g / Gefäß frisches Rü-Bl.	III 500	IV 750
<u>Korn</u>				
N ₀ (ohne N)	± 4,38 0,36	13,3 0,74	20,7 0,41	26,5 1,05
N ₁ (2,060g/Gf.)	± 68,8 0,19	76,5 1,34	84,8 1,33	86,3 1,86
N ₂ (3,060g/Gf.)	± 70,9 1,26	83,5 1,04	88,1 0,79	88,7 1,52
N ₃ (4,060g/Gf.)	± 64,3 3,44	79,1 2,19	90,0 3,18	93,6* 3,41
<u>Stroh</u>				
N ₀	± 10,4 0,47	20,5 0,79	27,8 0,91	35,7 0,78
N ₁	± 68,6 1,25	75,4 0,20	90,8 0,79	91,7 1,80
N ₂	± 63,4 1,39	77,2 0,76	85,9 2,32	91,7 0,87
N ₃	± 62,2 1,67	74,7 0,13	84,8 2,51	91,9* 1,54
<u>Gesamt</u>				
N ₀	± 14,8 0,81	33,8 1,53	48,5 1,55	62,2 1,74
N ₁	± 137,2 1,12	151,9 1,24	175,7 2,07	178,0 3,57
N ₂	± 134,3 2,27	160,7 0,36	174,1 2,64	180,4 1,41
N ₃	± 126,5 4,87	153,8 2,32	174,9 5,68	185,6* 3,79

Tabelle 36:

Rübenblatdüngung zu Winterweizen
 Rausch = Holzhausen 1969/70, Gefäßversuch
 Nährstoffaufnahme g/Gefäß

Var. N-St.	N				K				P			
	I -	II 250g Bl./Gef.	III 500	IV 750	I -	II 250	III 500	IV 750	I -	II 250	III 500	IV 750
Korn												
N ₀ (0)	0,07	0,19	0,30	0,40	0,03	0,08	0,11	0,15	0,02	0,06	0,09	0,12
N ₁ (2)	1,40	1,54	1,54	1,69	0,37	0,39	0,44	0,39	0,28	0,30	0,34	0,31
N ₂ (3)	1,79	2,08	2,05	2,18	0,33	0,39	0,42	0,43	0,28	0,34	0,36	0,37
N ₃ (4)	1,80	2,08	2,28	2,41	0,31	0,36	0,42	0,45	0,27	0,31	0,36	0,39
Stroh												
N ₀	0,03	0,06	0,07	0,10	0,16	0,31	0,47	0,60	0,01	0,02	0,03	0,04
N ₁	0,24	0,26	0,31	0,35	1,14	1,17	1,55	1,43	0,09	0,09	0,12	0,11
N ₂	0,34	0,35	0,37	0,43	1,22	1,40	1,57	1,71	0,08	0,08	0,10	0,10
N ₃	0,45	0,47	0,45	0,56	1,39	1,57	1,79	2,21	0,10	0,11	0,10	0,12
Gesamt												
N ₀	0,10	0,25	0,38	0,50	0,19	0,39	0,58	0,75	0,03	0,08	0,12	0,16
N ₁	1,64	1,79	1,85	2,04	1,51	1,56	1,99	1,82	0,37	0,39	0,46	0,42
N ₂	2,13	2,43	2,41	2,62	1,55	1,79	1,99	2,14	0,36	0,42	0,46	0,47
N ₃	2,25	2,55	2,73	2,96	1,70	1,93	2,21	2,66	0,37	0,42	0,46	0,51

Tabelle 37:

Rübenblattdüngung zu Winterweizen
Rauisch - Holzhausen 1969/70 Gefäßversuch
A₂ Stickstoffaufnahme in g/Gefäß

Varianten	I ohne Blatt			II 250g Rü-Blatt			III 500g Rü-Blatt			IV 750g Rü-Blatt		
	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden+RüBl.	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden+Rü-Bl.	Gesamt N	¹⁵ N aus Dgg.	¹⁴ N aus Boden+Rü-Bl.
Korn												
N ₀ (-)	0,07	-	0,07	0,19	-	0,19	0,30	-	0,30	0,40	-	0,40
N ₁ (2g)	1,40	1,31	0,09	1,54	1,38	0,16	1,54	1,33	0,21	1,69	1,38	0,31
N ₂ (3g)	1,79	1,72	0,07	2,08	1,91	0,17	2,05	1,80	0,25	2,18	1,85	0,33
N ₃ (4g)	1,80	1,77	0,03	2,08	1,97	0,11	2,28	2,06	0,22	2,41	2,15	0,26
M	1,27	1,20	0,07	1,47	1,32	0,16	1,54	1,30	0,25	1,67	1,35	0,33
Stroh												
N ₀	0,03	-	0,03	0,06	-	0,06	0,07	-	0,07	0,10	-	0,10
N ₁	0,24	0,18	0,06	0,26	0,18	0,08	0,31	0,21	0,10	0,35	0,22	0,13
N ₂	0,34	0,29	0,05	0,35	0,27	0,08	0,37	0,27	0,10	0,43	0,30	0,13
N ₃	0,45	0,40	0,05	0,47	0,39	0,08	0,45	0,35	0,10	0,56	0,43	0,13
M	0,27	0,22	0,05	0,29	0,21	0,07	0,30	0,21	0,09	0,36	0,24	0,12
Gesamt												
N ₀	0,10	-	0,10	0,25	-	0,25	0,36	-	0,36	0,50	-	0,50
N ₁	1,64	1,49	0,15	1,79	1,56	0,24	1,85	1,54	0,31	2,04	1,60	0,44
N ₂	2,13	2,01	0,12	2,43	2,18	0,25	2,41	2,07	0,35	2,62	2,15	0,46
N ₃	2,25	2,17	0,08	2,55	2,36	0,19	2,73	2,41	0,32	2,96	2,56	0,39
M	1,54	1,42	0,12	1,76	1,53	0,23	1,84	1,51	0,34	2,03	1,59	0,45

B₂ Die Ausnutzung des Rübenblattstickstoff (=A in %) über die Aufnahme und Verwertung (VW in g)

Varianten	I -			II 0,84g N			III 1,68g N			IV 2,51g N		
	¹⁴ N aus Boden	A aus Düngung	VW Gesamt N	¹⁴ N aus Rü-Bl.	A	VW	¹⁴ N aus Rü-Bl.	A	VW	¹⁴ N aus Rü-Bl.	A	VW
Korn												
N ₀ (-)	0,07	-	62,6	0,12	14,2	70,2	0,23	13,6	69,0	0,33	13,1	66,3
N ₁ (2g)	0,09	65,5	49,2	0,07	8,3	49,7	0,12	7,1	55,1	0,22	8,8	51,1
N ₂ (3g)	0,07	57,5	39,6	0,10	11,9	40,1	0,18	10,7	43,0	0,26	10,4	40,7
N ₃ (4g)	0,03	44,5	35,7	0,08	9,5	36,0	0,19	11,3	39,5	0,23	9,2	38,9
M	0,07	55,8	46,7	0,09	11,9	49,5	0,18	10,7	51,7	0,26	10,4	49,2
Stroh												
N ₀	0,03	-	346,0	0,03	3,6	341,0	0,04	2,4	397,4	0,07	2,8	357,0
N ₁	0,06	9,0	285,8	0,02	2,4	290,1	0,04	2,4	293,0	0,07	2,8	262,1
N ₂	0,05	9,6	186,6	0,03	3,6	220,5	0,05	3,0	232,2	0,08	3,2	213,2
N ₃	0,05	10,0	138,2	0,03	3,6	158,8	0,05	3,0	188,5	0,08	3,2	164,2
M	0,05	9,5	239,2	0,02	3,3	252,6	0,04	2,7	277,8	0,07	3,0	249,1
Gesamt												
N ₀	0,10	-	147,6	0,15	17,8	135,2	0,27	16,0	127,7	0,40	15,9	124,4
N ₁	0,15	74,5	83,7	0,09	10,7	84,9	0,16	9,5	94,9	0,29	11,6	87,3
N ₂	0,12	67,1	63,1	0,13	15,5	66,1	0,23	13,7	72,2	0,34	13,6	69,8
N ₃	0,08	54,5	56,2	0,11	13,1	60,3	0,24	14,3	64,1	0,31	12,4	62,7
M	0,12	65,3	87,7	0,11	15,2	86,6	0,22	13,4	89,7	0,33	13,4	85,8

Diskussion

Wenn in der Praxis ein Anreiz zum Belassen des Rübenblattes auf dem Acker und dessen sachgerechte Einarbeitung bestehen soll, so setzt das in erster Linie die Kenntnis der Wirkung des Rübenblattes auf Boden und Pflanze voraus. Es ist verständlich, daß hierbei zunächst die Wirkung auf den Ertrag angesprochen wird. Obwohl ein Teil der Praxis in den nächsten Jahren bei viehloser Wirtschaftsweise zwangsläufig das Blatt auf dem Acker belassen muß, existieren im Verhältnis dazu nur wenige wissenschaftliche Versuchsanstellungen, die exakte Aussagen über die Wirksamkeit des Rübenblattes machen.

Zur Unterstützung und Erweiterung dieser Versuche wurden in der vorliegenden Arbeit neben Feldexperimenten auch Gefäßversuchsreihen durchgeführt. Bei ausreichender Grunddüngung wurde in beiden Serien mit steigenden mineralischen Stickstoffgaben gearbeitet. Bei der Prüfung der vorliegenden organischen Düngungssubstanz erweist sich eine derartige Versuchsanstellung als unbedingt notwendig, da die Ertragswirksamkeit des Rübenblattes durch höhere Stickstoffgaben häufig überdeckt und in der Beurteilung dann zwangsläufig unterbewertet wird.

Der Feld- und Gefäßversuch reagiert auf den genannten Sachverhalt gleichermaßen. So sinken nach Abbildung 7 die Sommerweizen-Gesamt-Erträge nach Rübenblattdüngung im Gefäß im hohen N-Düngungsbereich depressiv ab. Die anfänglich erheblichen Ertragssteigerungen betragen in N_2 bei 3 g N/Gef. nur noch zwischen 5 und 6% und bleiben bei weiterer N-Düngung zwangsläufig aus, da hier die Erträge der Rübenblattvarianten auf das Niveau der Kontrolle = "ohne Rübenblatt" abgesunken sind. Der positive Einfluß der Blattdüngung kann aber auch über alle N-Steigerungen erhalten bleiben, wie das Winterweizenbeispiel der gleichen Abbildung zeigt. Unter der Berücksichtigung, daß die Kontrolle in der Ertragsbildung der Stickstoffdüngung nicht sukzessiv folgt, betragen die Ertragsunterschiede in der N_2 - und N_3 -Stufe 22-40%. Hierbei bleiben die Unterschiede in der Menge der Blattzufuhr bestehen, wie sie nach den Abbildungen 8 und 9 am deutlichsten in $N = 0$ g/Gef. sowohl in der Frühjahrsentwicklung als auch vor der Ernte zum Ausdruck kommen. Tabelle 38 zeigt die relative Ertragsbildung unter Feldbedingungen. Auch hier ist die Rübenblattwirkung in den stickstoffgedüngten Parzellen am stärksten ausgeprägt. Sie ist im Versuchsjahr 1969 mit einer Ertragssteigerung von 24,3% bei Korn und 26,0% bei Stroh etwas geringer als 1970 mit 27,6 bzw. 35,0%. Abgesehen davon, daß die

Tabelle 38: Rübenblattdüngung im Feldversuch (50-100 dz/ha ATM)
Ertragswirksamkeit in % (ohne Blatt = 100)

	N ₀	N ₍₅₀₎	N ₍₇₅₎	N ₍₁₀₀₎
<u>1. Nachwirkung</u>				
<u>Winterweizen 1969</u>				
Korn	124,3	110	97	99
Stroh	126	122	113	113
<u>Winterweizen 1970</u>				
Korn	128	106	103	89
Stroh	135	110	109	105
<u>2. Nachwirkung</u>				
<u>Sommergerste 1970</u>				
	N ₀	N ₍₂₀₎	N ₍₄₀₎	N ₍₆₀₎
Korn	105	105	96	98
Stroh	117	117	118	105

Mineralisation und damit die Ausnutzungsquote in beiden Versuchsjahren unterschiedlich waren, muß hierbei die Tatsache berücksichtigt werden, daß das im Herbst 1968 untergepflügte Rübenblatt mit 1,8% Stickstoff um ein Drittel an diesem Nährstoff ärmer war als das Blatt vom Herbst 1969 mit 2,7%. Mit Einsatz und Steigerung der mineralischen Stickstoffdüngung läßt die sichtbare Wirkung mehr oder weniger rasch nach. Entsprechend der Höhe der Düngergabe nähert man sich dem Depressionsgebiet, was sich sowohl aus den absoluten Ertragszahlen der Tabellen 9, 13 und 17 als aus der relativen Ertragswirksamkeit der Tabelle 38 ablesen läßt. So sinkt in N₁(=50) die Mehrleistung bei Korn auf 6-10% ab. Bei 75 und 100 kg N-Aufwand werden die Blattparzellen bereits durch Depressionen gekennzeichnet, d.h. die Erträge der Kontrolle (= ohne Blatt) werden unterschritten. Die Stroherträge verhalten sich ähnlich, um erst bei extrem hoher Stickstoffdüngung dem abfallenden Ast der Ertragskurve der Kontrolle zu folgen.

Diese Ertragsbildung als Funktion der Stickstoffdüngung muß hervorgehoben werden, weil sie die in der Literatur zum Teil recht niedrigen Ertragssteigerungen nach Rübenblatt erklärt.

Abb 7 Rübenblattdüngung zu Getreide im Gefäßversuch

Rauisch - Holzhausen

Gesamterträge in g ATM/Gefäß

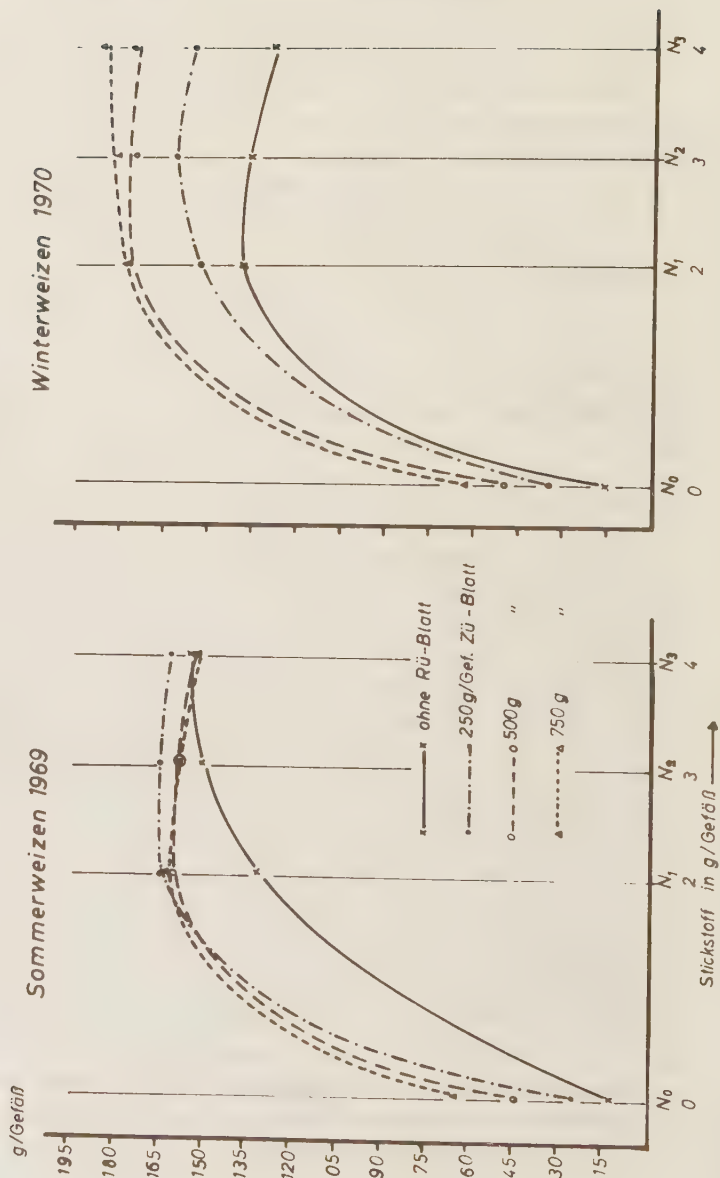


Abb: 8 Die Wirkung gesteigerter Blattgaben zu Getreide
im Gefäßversuch ohne N-Düngung

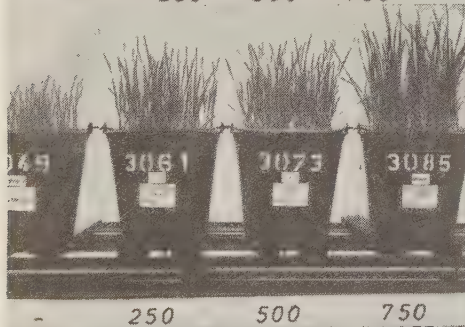
Rauisch - Holzhausen 1969-70



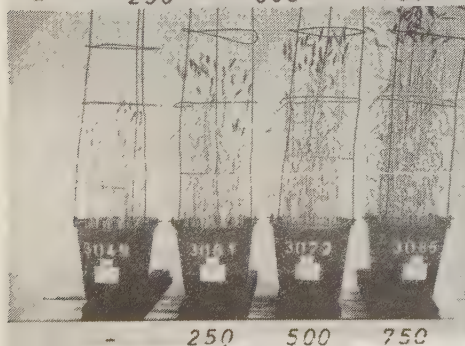
*Versuch 17/69 Serie I
Sommerweizen*



*Versuch 17/69 Serie I
Sommerweizen*



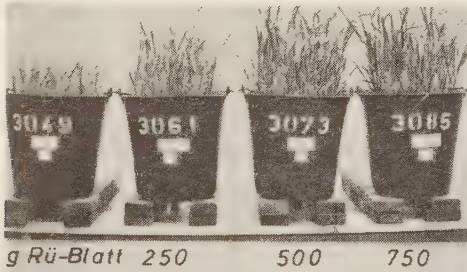
*Versuch 17/70 Serie II
Winterweizen*



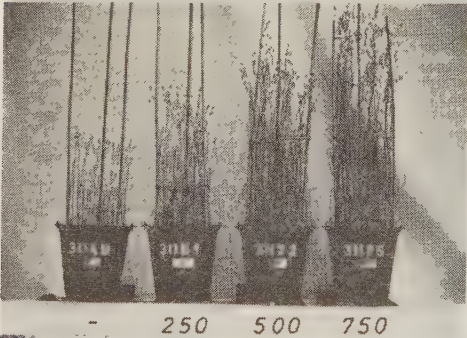
*Versuch 17/70 Serie II
Winterweizen*

Abb:9 Die Wirkung gesteigerter Blattgaben zu Getreide
im Gefäßversuch ohne N-Düngung

Rauisch-Holzhausen 1969-70



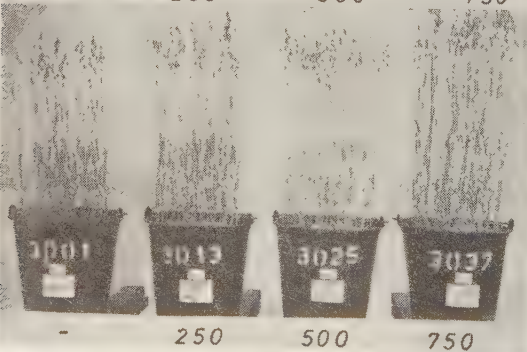
Versuch 17/69 Serie II
Hafer



Versuch 17/69 Serie II
Hafer



Versuch 17/70 Serie I
Hafer - 2. Nachwirkung



Versuch 17/70 Serie I
Hafer - 2. Nachwirkung

Das gilt sowohl für die bereits eingangs erwähnte niedrige Blattwirkung nach RUHM (1965) als auch nach CROHAIN und RIXHON (1967).

In vielen Fällen wird es auch erst durch variierte Stickstoffdüngung möglich sein, eine Nachwirkung des Rübenblattes festzustellen. Im vorliegenden Feldversuch zu Sommergerste ist sie sehr gering. Im Stickstoffmangelbereich kommt sie lediglich mit 5% zum Ausdruck, eine Größenordnung, die mit zunehmender Stickstoffdüngung zwangsläufig überdeckt werden muß. Ob diese geringe Nachwirkung abhängig ist von der relativ kurzlebigen Sommergerste, kann hier nicht mit Sicherheit entschieden werden, zumal die Stroherträge mit durchschnittlich 17% eine dreifache Mehrleistung gegenüber dem Korn aufweisen. Aus den vielseitigen Arbeiten von CROHAIN und RIXHON (1967) läßt sich eine Nachwirkung zu Sommergerste von 2-11% entnehmen. BOGUSLAWSKI und DEBRUCK (1970) kommen bei Hafer zu Mehrleistungen von 5-16%. Damit scheint die Nachwirkung in ihrer relativen Größenordnung weitgehend unabhängig von den Nachfrüchten zu sein. Eine Wirkung im dritten Jahr nach der Blattdüngung konnte bisher nicht beobachtet werden (CROHAIN und RIXHON (1967)).

Der Gefäßversuch mit Rübenblattdüngung ließ auf Grund der höheren Blattmenge, ihrem Zerkleinerungsgrad und der Verteilung im Boden-Sand-Gemisch von vornherein eine bessere Ertragswirkung vermuten. Daß sie auch hier vorwiegend im mineralischen Stickstoffmangelbereich sichtbar wird, läßt sich der relativen Ertragssteigerung in N_0 und N_1 der Tabelle 39 entnehmen. Sie schwankt bei Korn um das Dreifache gegenüber ungedüngt, bei Stroh um das Zweifache. Bei dieser Leistung des Rübenblattstickstoffs unter Berücksichtigung der zugeführten Blattmenge ist es nur zu verständlich, daß jede Zufuhr an mineralischem Stickstoff den Ertragszuwachs entsprechend schmälert. Die prozentuale Mehrleistung sinkt von den genannten Ausgangswerten auf 20-40% in N_1 und auf 2-8% in N_2 , um in N_3 teilweise depressiv unter die Kontrolle (ohne Blatt) abzusinken.

Führt man einen Vergleich zu den aus der Literatur bekannten Versuchen, so ergibt sich aus ihnen eine ähnliche Verhaltensweise

Tabelle 39: Rübenblattdüngung im Gefäßversuch (250-750 g
Frischmasse/Gefäß)
Ertragswirksamkeit in % (ohne Blatt = 100)

	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
<u>1. Nachwirkung</u>				
<u>Sommerweizen 1969</u>				
Korn	361	138	106	95
Stroh	232	116	108	104
<u>Winterweizen 1970</u>				
Korn	361	120	118	136
Stroh	170	125	134	135
<u>Hafer 1969</u>				
Korn	259	95	102	102
Stroh	210	99	103	105
<u>2. Nachwirkung</u>				
<u>Hafer 1970</u>				
Korn	147	101	97	102
Stroh	144	97	97	-

der Rübenblattdüngung. Das absolute bzw. relative Niveau der Blattwirkung ist entsprechend den geringer gedüngten Blattmen - gen (100-350 g Frischmasse/Gefäß) niedriger. So kommt SCHNEIDE- WIND (1906) bei 119 g Rübenblatt zu einer Ertragssteigerung zu Hafer von 74%, JUNG und RIEHLE (1966) bei Gaben von 100-400 g Blatt/Gefäß zu durchschnittlich 66%. Diese Zahl gilt für beide Erntefraktionen des geprüften Sommerweizens. Lediglich GIERKE (1966) gelangt bei Blattmengen bis 300 g/Gefäß auf eine den vor- liegenden Versuchen vergleichbare Leistung.

Da sich der Kornertrag aus mehreren Ertragskomponenten zusam- mensetzt, könnte deren Kenntnis Aufschluß darüber geben, auf welche Komponente die Blattdüngung den stärksten Einfluß ausübt. Da ferner ihre absolute Größenordnung in verschiedenen Wachs- tumsstadien bestimmt wird, wobei dem Stickstoff eine wesentliche Bedeutung zukommt, könnten sie auch eine Aussage darüber ge-

ben, in welcher Vegetationszeit der Rübenblattstickstoff angeliefert und pflanzenverfügbar wird. Zur Untersuchung dieser Fragen wurden bei den Feldversuchen Keimdichte, Bestandesdichte, der sich daraus errechnende Bestockungsfaktor und das Tausendkorngewicht ermittelt. Dabei zeigt sich überraschender Weise ein sehr geringer Einfluß auf die Ertragskomponenten. So läßt sich im ersten Versuchsjahr zu Winterweizen nur bei hoher Blattdüngung eine Zunahme der ährentragenden Halme durch höhere Bestockung auszählen. Dieser Effekt bleibt auf die stickstoffungedüngte Reihe beschränkt. Beim zweiten Hauptwirkungsversuch zur gleichen Getreidefrucht wurde dieser Einfluß zwar abgestuft nach den Blattgaben sichtbar, um bereits in der N_1 -Stufe bei niedriger Stickstoffdüngung weitgehend verwischt zu werden. Wenn in beiden Versuchen der Einfluß der Blattdüngung auf die Bestockung so gering bleibt, dann ist es umso erstaunlicher, daß er in N_0 zu Sommergerste noch in zweiter Nachwirkung zum Tragen kommt. Das heißt letztenendes, daß der Rübenblattstickstoff für die Bestockung im Herbst und im Frühjahr entweder in zu geringer Menge oder zu spät für die jungen Pflanzen verfügbar wird. Diese Schlußfolgerung muß gezogen werden, da in den Kontrollvarianten aller Versuche Bestockungs- und Bestandesdichte mit der steigenden N-Düngung entsprechend zunehmen. Die geringen Unterschiede im Tausendkorngewicht sagen letztlich noch weniger über die Blattdüngung und deren Höhe aus. In der stickstoffungedüngten Parzelle wäre noch eher ein Einfluß zu erwarten gewesen als in den höheren N-Stufen. Hier wird eine Aussage bei bestehenden Unterschieden immer problematisch sein, weil der Anteil des lagernden Getreides gerade nach Blattdüngung entsprechend den Witterungsverhältnissen immer recht hoch ist und dann zu einer Verminderung des Tausendkorngewichtes führt.

Schäden durch Fußkrankheiten dürften nach den vorliegenden Untersuchungen in Abhängigkeit von der Rübenblattdüngung zu keiner Ertragsbeeinflussung führen. Die Befallsunterschiede zwischen den Blattvarianten und der Kontrolle sind zu gering, um zu Differenzierungen im Tausendkorngewicht durch eine frühzeitig unterbrochene Nährstoffversorgung der Pflanze zu führen. So

muß letzten Endes bei den zum Teil hohen Ertragsunterschieden die Beeinflussung bzw. Erhöhung der Kornzahl pro Ähre Hauptträger für den ertragbestimmenden Einfluß der Rübenblattgaben sein. Sie läßt sich aus dem Ertrag, der Bestandesdichte und dem Tausendkorngewicht leicht errechnen.

Es ist durchaus richtig, wenn man die vorgenannten, durch Rübenblattdüngung bedingten Ertragssteigerungen als eine vorwiegende Stickstoffwirkung definiert. Diese Auslegung der Rübenblattwirkung bietet sich auf Grund der Nährstoffzusammensetzung und der Nährstoffwirkung an. Wenn mit einer mittleren Rübenblattgabe von ca. 500 dz/ha Frischmasse durchschnittlich 150 kg/ha N, 350 kg K_2O und 50 kg P_2O_5 dem Boden zugeführt wurden, so dürfte unter Berücksichtigung der Mineralisation der Phosphor ohne Bedeutung bleiben, während die recht beträchtlichen Kaliummengen nur auf kaliarmen Standorten pflanzenwirksam werden dürften. Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, daß auf gut mit Kalium versorgten Böden und leichter Abgabe an die Pflanzen, das Rübenblatt-Kalium über die Ertragsbildung nur begrenzt nachweisbar wird. So verbleibt demnach als dominierender Faktor der Stickstoff. Es wurde bereits einleitend bemerkt, daß sich bei den angegebenen Rübenblattversuchen mit steigenden mineralischen Stickstoffgaben durch einfache Extrapolation von der Ertragskurve zur Stickstoffachse (=x) eine Stickstoffwirkung von 25-40 kg N ablesen läßt. Wendet man dieses vereinfachte Verfahren bei der vorliegenden Versuchsreihe an, gelangt man zu Größenordnungen von 10-45 kg/ha. Diese Zahlen bedürfen einer Korrektur, wenn sie aus dem Bezug der Differenz aus Stickstoffmehraufnahme nach Rübenblatt zu organisch ungedüngt zum Rübenblattstickstoff ermittelt werden. Danach ergibt sich für den Feldversuch des 1. Jahres nur eine Ausnutzungsrate von 8,6-16,5%, wobei sich die höheren Angaben verständlicherweise auf der stickstoffungedüngten Fläche ergeben. In Umrechnung auf den zugeführten Rübenblattstickstoff ist sie mit 15-25 kg N äußerst gering.

Aus bereits erwähnten Gründen ist die Ausnutzung im Gefäßversuch erwartungsgemäß höher. Sie entspricht mit 15-30% dem

Zweifachen des Feldversuches. Diese Angabe wurde nach der direkten Methode über ¹⁵N gewonnen. Ihre indirekte Ermittlung über die beim Feldversuch angewandte Differenzmethode würde die Ausnutzung um maximal ein Viertel auf 19-38 anheben. Das führt zwangsläufig zu der Schlußfolgerung, daß nach Rübenblattdüngung die Pflanzen vermehrt Stickstoff aus der mineralischen Düngung bzw. dem Bodenstickstoff aufnehmen. Auf diesen Sachverhalt war bereits bei der Erläuterung der Tabellen 24, 25, 32 und 37 hingewiesen worden. Über ein ähnliches Ergebnis berichtet JANSSON (1955), der eine vermehrte Stickstoffaufnahme nach Stallmist weniger aus dem Düngersalz als von mineralisiertem Bodenstickstoff feststellte. Beim Kalium bleibt die Ausnutzung im Vergleich zu der beträchtlichen Zufuhr ebenfalls äußerst gering. Mit 5-10% im Feldversuch und 10-20% im Gefäßversuch bleibt zwischen beiden Versuchsserien das gleiche Verhältnis bewahrt wie bei Stickstoff. Für den praktischen Feldversuch heißt das, daß im ersten Jahr ca. 20-40 kg/ha K₂O von den Pflanzen aus dem Blatt aufgenommen werden. Bei Phosphor liegen ähnliche Verhältnisse vor. Einer Ausnutzung von 5 bis max. 20% im Feldversuch stehen 20-55% im Gefäßversuch gegenüber. Dieser hohe Ausnutzungsgrad für Phosphor im Gefäßversuch ist durch die hohe Verdünnung des Krumenbodens typisch und läßt sich immer wieder beobachten.

Die bei allen untersuchten Nährstoffen vergleichsweise geringe Ausnutzung aus dem Blatt läßt eher auf eine erhöhte Auswaschung als verzögerte Mineralisation schließen. Das gilt umso mehr, als dem Boden mit dem Rübenblatt eine Substanz zugeführt wird, die mit einem C:N-Verhältnis (15-25:1) nach SCHEFFER und KARAPURKAR (1934) optimale Abbaubedingungen aufweist. Dieses Verhältnis kann bei hohen N-Gehalten wie für das Versuchsjahr 1970 noch weiter eingeeengt werden, so daß die Stickstoff-Freisetzung weiterhin verbessert wird (WAKSMANN und STARKEY (1949)).

Auf die Frage des unter Feldbedingungen in einem Jahr stattgefundenen Abbaues des Rübenblattes können die vorliegenden Untersuchungen mittels der Lundegarth'schen Atmungsglocke nur bedingt Auskunft geben. Die nach Lundegarth (1924) als Boden-At-

mung bezeichnete Entbindung des CO_2 in die atmosphärische Luft ist kein genaues Maß für die abgebaute organische Substanz im Boden, da ein Teil des dabei entstehenden CO_2 direkt in die Bodenlösung eingeht, andererseits vom freien Kalk des Bodens als Bikarbonat abgebunden wird. Auch benötigen die Mikroorganismen für ihre Assimilation einen gewissen CO_2 -Anteil (HOFMANN (1958)), der nach WAKSMANN und STARKEY (1949) etwa ein Drittel des beim Abbau organischer Substanz frei werdenden Anteils ausmacht. Aus diesen Bindungen resultiert letzten Endes auch die ermittelte geringe Abbaurate des gedüngten Rübenblattes von 10-15% in der Meßperiode Mai bis Oktober. Sie wird noch verbessert durch den Abbau in der verbleibenden Jahreszeit, die für die Herbstmonate Oktober und November nach dem Einpflügen des Rübenblattes nach der verwendeten Meßmethodik auf ca. 5% beziffert werden kann. Für die Wintermonate November-April liegen auf leichten Böden genaue Untersuchungen von TAMM und KRZYSCH (1966) vor, nach denen im genannten Zeitraum von einer Stallmistdüngung 16% und vom Stroh 46% abgebaut wurden. Diese Zahlen geben eine Vorstellung von den differenzierten Abbauvorgängen in unterschiedlichen Bodenarten.

Über den allgemeinen Verlauf der Abbauvorgänge im Boden informieren die Abbildungen 3, 5 und 6). Nach der von KÜPF (1952, 1953, 1956), ALKÄMPER (1957), KRZYSCH (1965) und DEBRUCK (1970) bekannten Dynamik in Abhängigkeit von der Jahreswitterung steigt die CO_2 -Produktion mit Erwärmen des Bodens im Frühjahr an, wobei die Sommerwerte bei ausreichend hohen Temperaturen von der Feuchtigkeit des Bodens bestimmt werden. Eine Bestätigung bringen die vorliegenden Untersuchungen, nach denen sich die Atmungswerte auf den blattgedüngten Flächen mehr oder weniger gesichert von der Kontrollvariante (organisch ungedüngt) abheben. Sie lassen jedoch nicht immer die Differenzierung der zugeführten Blattmengen erkennen, was größten Teils auf die zufällige Verteilung der Atmungsglocken zurückzuführen ist. Andererseits ist es aber auch eine Bestätigung dafür, daß die Blattwirkung und mit ihr der Ausnutzungsgrad nicht immer in gleichem Maße steigen, wie Rübenblatt vermehrt zugeführt wird.

Aufschlußbereich ist das Ergebnis, daß die Abbaurate der organischen Blattsubstanz und der Ausnutzungsgrad des Rübenblattstickstoffs mit 10-15% annähernd übereinstimmen. Daß ein unmittelbarer Zusammenhang beider Vorgänge besteht, geht auch aus den löslich-N-Werten der genannten Abbildungen hervor. Da sie sich in den Blattvarianten durch erhöhte Werte über einen längeren Zeitraum (Mai-Juli) verfolgen lassen, geben sie über die Ständigkeit der N-Nachlieferung aus dem Rübenblatt einen Hinweis auf die erhöhte Ertragsbildung. Sie beruht mehr auf der Nachlieferung als Zeitfunktion als auf der absoluten Größenordnung des N-Anteils (s. auch HARMSEN (1959)). In diesem Zusammenhang gewinnt auch die Tatsache an Bedeutung, daß beim Abbau des Rübenblattes zunächst vorwiegend NH_4 -Stickstoff freigesetzt wird. Er wird von der Pflanze nicht nur bevorzugt aufgenommen, sondern steht für eine Ertragsbildung auch langfristiger gegenüber und ist damit positiver zu bewerten (KLEMM (1967), ATANASIU und Mitarbeiter (1968)).

Die geringe Mineralisation im 1. Jahr gibt gleichzeitig einen Hinweis darauf, daß sich die Abbauvorgänge auch noch in die Folgejahre erstrecken müssen. Darüber geben nicht nur die Werte des zweiten Nachbaujahres Anhaltspunkte, sondern in sehr eindeutiger Weise auch die Experimente von SPRINGER (1956), der bei hoher Zufuhr von Zucker- und Futterrübenblatt nach 7 Jahren erst einen Gesamtabbau von 87% ermittelte. Verglichen zum ersten Jahr wird die Abbaurate mit den Folgejahren zwangsläufig geringer und mit ihr auch der Wirkungskoeffizient (s. hierzu auch KORTLEVEN (1955)). Daß beide Größen natürlich von der Technik der Blattdüngung maßgeblich mitbestimmt werden, wurde bereits einleitend besonders betont. Hierzu gehört in erster Linie das gute Zerkleinern des Rübenblattes einschließlich Kopf und die gute Einarbeitung bzw. Vermischung mit dem Boden. Untersuchungen von SIDOROVA (1966) zeigen, daß der Ausnutzungsgrad des in der Pflanzensubstanz vorhandenen Stickstoffs umso höher, je besser zerkleinert sie dem Boden zugeführt wird.

Wenn die durch Rübenblatt im 1. Jahr bedingten Mehrentzüge bei

grober Verallgemeinerung für Stickstoff, Kali und Phosphor etwa 10-20% zu "ohne Blattdüngung" ausmachen, dann stellt sich berechtigt die Frage nach dem Verbleib der zumindest für N und K beträchtlichen Restmengen. Unter der Berücksichtigung, daß in dem ein- bis zweijährigen Untersuchungszeitraum die Mineralisation des Rübenblattes nicht vollständig sein kann, bestehen für den Verbleib die Möglichkeiten der Nährstoffeinwaschung in den Unterboden, die organische Bindung an C bzw. an die Humusfraktionen des Bodens, die Fixierung an den anorganischen Bodenkomplex oder im Falle von Stickstoff die gasförmige Verflüchtigung über den Vorgang der Denitrifikation. Über letzteres liegen bezüglich des Rübenblattes keine Angaben vor, so daß sie bei einer Stickstoffbilanz als absolute Größe keine Berücksichtigung finden kann. Das dieser Vorgang auch im Gefäß- und Lysimeter-Versuch eine gewisse Rolle spielt, zeigen u.a. Untersuchungen von MEHESARE (1964) und VÖMEL (1970), nach denen ca. 15% des Düngerstickstoffs als Defizit in der Gesamt-N-Bilanz als "Verluste in die Atmosphäre" bezeichnet werden. Nach JANSSON und CLARK (1952) sowie MEHESARE (1964) wird dieser Anteil nach Zufuhr organischer Substanzen zum Boden wesentlich erhöht.

Dem Nährstoffverlust durch Sickerwasser aus der 20-25 cm Krume konnte in den Gefäßversuchen sehr genau nachgegangen werden. Für Stickstoff betrug er im Mittel aller Versuche 10-15%. Etwa die Hälfte davon entfällt auf die Sickerwasserperiode während des Winters und hier vorwiegend in der NH_4 -Form, der Rest während der Vegetation als Nitrat-Stickstoff. Überträgt man die prozentuale Größenordnung auf den Feldversuch, wobei die Auswaschung hier Einwaschung in den Unterboden bedeutet, errechnet sich bei mittlerer Blattgabe (ca. 500 dz) eine "scheinbare Einwaschung" von 15-20 kg Rübenblatt-N. Zusammen mit der Aufnahme durch die Pflanzen von 15-25 kg/ha können somit 35-45 kg N aus dem zugeführten Rübenblattstickstoff nachgewiesen werden. Das sind unter Bezug auf die bereits genannten 150 kg Rübenblatt-N maximal ein Drittel. Zweidrittel müßten demnach auf die bereits oben geschilderten N-Bindungsmöglichkeiten entfallen und analytisch über den Gesamt-N-Gehalt im Boden nach-

weisbar sein. Tatsächlich entsprechen die höheren N-Gehalte nach Rübenblatt (s. Anhang 9 A, B, C) nach Umrechnung auf kg/ha (= 105-120) mit 60-62% vom zugeführten Blattstickstoff in etwa der fehlenden Restgröße. Im Gefäßversuch findet sie sich in der N-Analyse vollständig wieder, so daß dem oben erwähnten Verlust durch Denitrifikation hier keine Bedeutung zukommt.

Eine ähnliche Gesamtbilanz wie für Stickstoff läßt sich auch für Kalium und Phosphor erstellen. Bei Kalium kommt zu der Aufnahme von 5-10% aus dem Rübenblatt im Feldversuch und 10-20% im Gefäßversuch eine Aus- bzw. Einwaschungsrate von 25-30% hinzu. Aufnahme und Einwaschung betragen demnach bestenfalls 35-50% des durch Rübenblatt zugeführten Kaliums. Wenn nach den Laktatwerten in Anhang 9 A, B, C der Kaligehalt mit jeder Blattgabe um durchschnittlich 2-2,5 mg steigt, dann ergibt sich bei Umrechnung auf kg/ha im günstigsten Falle die im Boden verbleibende Restmenge, d.h. 50% des zugeführten Blattkaliums (= 155 mg). Für Phosphor ist ein analytischer Nachweis aus dem Blatt nur über die Pflanzenaufnahme möglich. Sie beträgt im Feldversuch 5-20% und im Gefäßversuch 20-55%. Die verbleibende Restmenge wird erwartungsgemäß weder im Sickerwasser noch über die Bodenanalyse aufgefunden. Die Bodenkennwerte im Feldversuch zeigen vielmehr das Phänomen, das sie nach Blattdüngung um ca. 3 mg P_2O_5 /100 g Boden abnehmen, während sie im Gefäßversuch (s. Anhang 10 A, B, C) unbeeinflußt bleiben.

Für die genannten Nährstoffe außer Phosphor konnte mit vorliegender Arbeit erstmals ein nahezu vollständiger Nachweis ihres Verbleibens nach der Rübenblattdüngung erbracht werden. Trotz des geringen Anteils der Hauptnährstoffe in der Aufnahme muß die düngende Wirkung des Rübenblattes als Nährstoffwirkung definiert werden. Eine Humuswirkung über die Vermehrung des C-Gehaltes im Boden kommt kaum in Betracht. Abgesehen von den natürlichen Schwankungen, die der C-Gehalt im Boden in Abhängigkeit von der Jahreswitterung unterliegt, läßt sich eine Beeinflussung durch Rübenblattdüngung nicht nachweisen. Der daraus als logische Schlußfolgerung resultierende schnelle Abbau des leicht abbauwürdigen Rübenblattes (s. hier-

zu auch KÖHNLEIN (1966)) läßt sich allerdings experimentel mit der CO_2 -Methode nicht aufzeigen. Dagegen konnte im Gefäßversuch festgestellt werden, daß der C-Gehalt durch hohe Blattgaben um max. 100 mg/100 g Boden angehoben werden konnte. Abgesehen davon bedeuten konstante C-Werte aber steigende N-Gehalte eine Verengung im C:N-Verhältnis der organischen Substanz im Boden. Die Bewertung als Humuslieferant sollte schon deswegen kein Kriterium der Rübenblattdüngung sein, da dieselbe in der derzeitigen Entwicklung zur viehschwachen bzw. viehlosen Wirtschaftsweise mit getreidereichen Fruchtfolgen ohnehin nur in großen Zeiträumen in Frage kommt.

Zusammenfassung

In Feld- und Gefäßversuchen wurden in den Jahren 1969 und 1970 die Wirkung von Rübenblatt zu Getreide geprüft. In Anpassung an die unterschiedliche Blattproduktion der Standorte wurden in beiden Versuchsserien steigende Blattgaben gedüngt, im Feldversuch 350, 500 und 650 dz/ha, im Gefäßversuch 250, 500 und 750 g frisches Blatt/Gefäß. Gesteigerte mineralische Stickstoffstufen dienten der genauen Erfassung der Nährstoff-, insbesondere Stickstoffwirkung des Rübenblattes. Unter Verwendung von ^{15}N konnte im Gefäßversuch dieser Frage sehr genau nachgegangen werden.

Die umfangreichen Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Mit einer durchschnittlichen Blattdüngung von 500 dz/ha werden nach folgender Übersicht Stickstoff, Kalium, Magnesium und Natrium in recht beträchtlichen Mengen zugeführt, die zumindest für N und K eine Wirkung erwarten lassen. Das gilt auch für den Gefäßversuch, bei dem eine Blattgabe von 500 g für eine gesicherte Wirkung notwendig ist.

	N	K_2O	P_2O_5	MgO	Na_2O	CaO
75 dz/ha ATM						
= c. 500 dz Fr.M	165	370	46,5	115	156	77,0
kg/ha						
500 g/Gefäß						
g/Gefäß	1,40	3,20	0,40	1,10	1,70	0,75

2. Die Ertragswirksamkeit des Rübenblattes ist ohne mineralische Stickstoffdüngung im Feldversuch zu Winterweizen mit 25-35% erwartungsgemäß höher als mit 5-10% bei gleichzeitiger Stickstoffdüngung. Die bei üblicher Bewirtschaftung optimalen Stickstoffgaben verdecken vielfach den positive Rübenblatteinfluß und wirken durch ein Überangebot an Stickstoff depressiv. Der Gefäßversuch verhält sich in der Ertragsbildung ähnlich, wenn auch der Zuwachs in N=0 das Mehrfache zu organisch ungedüngt beträgt. Unter praktischen Feldbedingungen läßt sich eine Nachwirkung im zweiten Jahr bei ausreichender Stickstoffversorgung nur schwer nachweisen, während der Gefäßversuch dies schon eher gestattet.
3. Über die durch die Mehrerträge nach Rübenblattdüngung bedingten Mehrentzüge errechnet sich für den Feldversuch eine Ausnutzung von 8,5-16,5% des mit dem Rübenblatt zugeführten Stickstoffs, was einer absoluten Menge von 15-25 kg N/ha entspricht. Der Ausnutzungsgrad im Gefäßversuch ist mit 15-30% nahezu doppelt so hoch. Über ¹⁵N ermittelt, stellt er ein echtes Maß dar. In gut mit Nährstoffen versorgten Böden bleibt die Wirkung der übrigen Blattnährstoffe hinter dem Stickstoff zurück. So errechnet sich für Kalium im Feld- und Gefäßversuch über den Entzug eine Ausnutzung von 5-10 bzw. 10-20%. Bei Phosphor gewinnt nur der Gefäßversuch mit der allerdings erstaunlichen Ausnutzung von 20-55% eine gewisse Bedeutung.
4. Der über die Bodenatmung ermittelte Abbau des Rübenblattes entspricht mit 10-15% in grober Annäherung den im Feldversuch gefundenen Ausnutzungsquoten der Rübenblattnährstoffe. Obwohl die Abbaurate pro Jahr wesentlich höher sein dürfte, vermittelt die Meßmethode einen guten Einblick in die Dynamik der Abbauvorgänge von der Witterung und der zugeführten Blattgabe.
5. Die Frage nach dem Verbleib der nach Abzug durch die Aufnahme errechneten Nährstoffmengen wird durch die Kenntnis der Auswaschungsverluste nur teilweise gelöst. Sie betragen nach den Gefäßversuchen für Stickstoff 10-15%, für Kalium

20-30%, für Magnesium 15-30% und für Phosphor in Ausnahmefällen bis zu 10%. Unter Feldbedingungen dürfte das kein echter Verlust sein, da es sich hierbei um eine Einwaschung in dem noch von der Pflanze erschlossenen Unterboden handelt. Die nach Abzug von Aufnahme und Auswaschung verbleibenden Restnährstoffe finden sich annähernd in den Bodenanalysen wieder.

6. Die dem Rübenblatt vielfach zugesprochene Humuswirkung darf unter Berücksichtigung der Trockenmasse von ca. 75 dz/ha und der langen Zeitdauer bis zur wiederholten Anwendung in getreidereichen Fruchtfolgen nicht überbewertet werden.

L i t e r a t u r

- ATANASIU, N., A.WESTPHAL
u. A.K. BANERIJEE 1968: Studium über die Wirkung gedüngten Stickstoffs auf Ertrag und N-Aufnahme der Pflanzen bei Böden mit verschiedenen Ammoniumfixierungsvermögen.
Agrochimica vol. XI. n. 3
- ALKÄMPER, J. 1957: Die Komplexwirkung von Gründüngung und Stickstoff auf Ertragsbildung und Boden.
Diss. Gießen
- BOGUSLAWSKI, E.v. 1942: Die "Ertragsflächenmethode" zur gegenseitigen Abstufung von zwei Wachstumsfaktoren.
Pflanzenbau 18, 129-149
- BOGUSLAWSKI, E.v. u.
J. DEBRUCK 1965: Die Verwertung der Strohernten als Strohdüngung.
Ruhr-Stickstoff-Landwirtschaftliche Schriftenreihe: Boden und Pflanze 12, 9-26
- _____ 1966: Rübenblattverwertung auf dem Acker.
Dt. Zuckerrübenzeitung 2, 2
- _____ 1970: Der Düngerwert des Rübenblattes.
Dt. Zuckerrübenzeitung 6, 4, 2
- _____ 1970: Stroh- und Gründüngung in Getreidebetrieben.
Mitt. DLG 85, 33, 1104, 1106-1110
- CROHAIN, A. u. L. RIXHON 1967: La valeur fertilisante pratique des feuilles et collets de betterave sucrière.
Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux N.S.-Tome II, 3, 398-428
- DEBRUCK, J. 1969: Verfahren der Strohdüngung auf dem Acker.
Mitt. DLG 84, 34, 1053, 1054 u. 1056
- _____ 1970: Langjährige Feldversuche über die organische Düngung in getreidereichen Fruchtfolgen.
Landwirtsch. Forsch. 25, 9-24
- GIERKE, K.v. 1966: Die düngende Wirkung des Zuckerrübenblattes im Gefäßversuch bei Hafer und Sommerweizen und sein physiologisch ertragswirksamer Stickstoffanteil.
Z. Acker- u. Pflanzenbau 123, 109-120

- HOFMANN, E. 1958: Die Bedeutung der Phosphorsäure beim Rotteprozeß, ihre Festlegung und Lösung durch biologische Faktoren. Phosphorsäure 18, 172-176
- JANSSON, S. u. F.E.CLARK 1952: Losses of nitrogen during decomposition of plant material in presence of inorganic nitrogen. Proc. soil sci. soc. Amer. 16:330-334
- JANSSON, S. 1955: Orientierende Studien über den Stickstoffkreislauf im Boden mit Hilfe von ¹⁵N als Leichtisotop. Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde. 69, (114), 190-198
- JUNG, J. u. G. RIEHLE 1966: Der Einfluß von Getreidestroh, Rübenblatt und Zuckerrohrbaggasse auf die Stickstoffversorgung in Gefäßversuchen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 124, 368-377
- KÖPF, H.v. 1952: Laufende Messung der Bodenatmung im Freiland. Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde. 4, 186-194
- _____ 1953: Die Temperatur/Zeit - Abhängigkeit der Bodenatmung. Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde. 61, 29-48
- _____ 1956: Zur Dynamik des Abbaues organischer Substanzen in verschiedenen Böden. Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde. 73, 48-58
- KLEMM, K. 1967: Der Einfluß der N-Form auf die Nährstoffaufnahme der Pflanze. Bodenkultur, Wien 18, 3, 210-228
- KÖHNLEIN, J., M. OEHRING u. G. SPIELHAUS 1966: Nährstoffauswaschung aus der Ackerkrume von sechs Schleswig-Holsteinischen Böden in den Unterboden. Z. Acker- u. Pflanzenbau 124, 212-233
- KORTLEVEN, J. 1955: Organische und anorganische Stickstoffernährung. Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde. 69, 234-242
- KRZYSCZ, G. 1965: Zur Dynamik der Bodenatmung während der Vegetationszeit. Z. Acker- u. Pflanzenbau 122, 2, 108-140
- LUNDEGARDH, H. 1924: Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. Jena 1924

- MEHESARE, V. 1964: Nährstoffumsatz in Boden und Pflanze unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffs und Anwendung von ^{15}N .
Diss. Gießen
- MEYER, B. 1966: Schädliche Auswirkung des Unterpflügens von Rübenblatt und der Gärfuttermieten-Anlage auf Parabraunerden aus Löss, besonders bei Hangnässe und mangelhafter Kalkzustand.
Colloquium - Dynamik der Bodenlebensgemeinschaft in Braunschweig-Völkenrode - Exkursionsführer für die wissenschaftliche Exkursion 10.9.1966, 12-14
- MEYER, B. u. H. HIPPE 1966: Gärfuttermieten als Ursache saprophytgener Verstopfungen und Verackerung von Dränen.
Z. Kulturtechn. u. Flurbereinigung 5, 300
- RID, H. 1963: Wohin mit dem Rübenblatt im viehlosen Betrieb?
Bayer. Landwirtschaft. Wochenblatt 153, 43, 22
- RUHM, E. 1965: Rübenblatt unterpflügen oder trocknen lassen?
Mitt. DLG 80, 1805-1808
- SCHEFFER, F. u. Y.M. KARAPURKAR 1934: Die Abhängigkeit der Nitrifikation von der Zusammensetzung und der Abbaugeschwindigkeit der organischen Substanz.
Kühne-Archiv 31, 143-172
- SCHNEIDEWIND, W., D.MEYER u. H. FRESE 1906: Die Wirkung frischer Gründungspflanzen (Gemisch von Erbsen, Bohnen, Wicken) und Rübenblattkraut im Vergleich zum Salpeter.
Landwirtsch. Jb. 35, 923-926
- SIDOROVA, V.v. 1966: Der Einfluß der Pflanzenrückstände auf den Verlauf der mikrobiologischen Prozesse in Boden und auf die Wurzelernährung der Pflanze.
Landwirtsch. Zbl. 13, (1968)3, Nr. 672
- SPRINGER, U. 1956: Die Wirkung einiger organischer Dünger auf den Humuszustand des Bodens.
Mitt. DLG 75, 28, 898-899

- | | |
|---------------------------------|---|
| TAMM, E. u. G. KRZYSCH | 1966: Zur Intensität des Abbaues organischer Düngestoffe im Winterhalbjahr.
Z. Acker- u. Pflanzenbau <u>124</u> , 101-111 |
| VÖMEL, A. | 1970: Nährstoffeinwaschung in den Unterboden und Düngestickstoffumsatz, dargestellt am Kleinlysismeterversuch.
Z. Acker- u. Pflanzenbau <u>130</u> , 207-226 |
| WAKSMANN, S.A. | 1927: Principles of soil microbiology
London, Bailliere und Co. |
| WAKSMANN, S.A. u.
L. STARKEY | 1949: The soil and the microbe.
New York, John Wiley und Sons |
| WITT, M. | 1966: Der Zuckerrübenbau als Futterlieferant.
Zucker-Verlag Schaper Hannover, <u>19</u> , 519 |

A N H A N G

Witterungsdaten Rauisch - Holzhausen 1968/69

Anhang 1 A:

1968				1969								
Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Mittel
<u>Temperatur (°C)</u>												
12,90	9,30	2,40	-1,90	0,60	-1,70	1,23	7,02	12,70	14,10	18,40	16,30	7,82
13,2	8,53	3,20	-0,28	-1,33	-0,74	3,17	7,97	12,07	15,48	17,08	16,25	langjährig 7,88
<u>Niederschlag (mm)</u>												
79,8	39,6	20,7	23,0	20,3	25,2	31,4	45,7	64,9	66,4	19,6	119,7	556,3
44,4	42,9	49,0	51,2	43,0	36,4	30,6	39,8	53,0	60,2	70,7	69,1	langjährig 590,3

Witterungsdaten Rauisch - Holzhausen 1969/70

1969			1970									Mittel
Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	
<u>Temperatur (°C)</u>												
12,80	9,10	5,60	-4,30	-2,80	-0,60	1,60	5,60	11,10	16,00	9,80	15,90	7,15 langjährig
13,20	8,53	3,20	-0,28	-1,33	-0,74	3,17	7,97	12,07	15,48	17,08	16,25	7,88
<u>Niederschlag (mm)</u>												
32,6	16,2	31,9	15,1	32,5	56,3	28,4	56,9	27,0	59,5	87,3	32,2	475,9 langjährig
44,4	42,9	49,0	51,2	43,0	35,4	30,6	39,8	53,0	60,2	70,7	69,1	590,3

Anhang 2 A :

Rübenblattdüngung zu Winterweizen

Rauisch - Holzhausen 1968/69 Feldversuch "Walzenberg a."

Nährstoffgehalte in % zur ATM

Var.	N					K					P				
N-St.	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	-	50 Blatt	75 Bl.	100 Bl.	75 Bl.										
					+ Kali										
Korn															
N ₀	1,90	2,00	1,88	1,94	1,97	0,53	0,52	0,52	0,52	0,48	0,44	0,45	0,44	0,45	0,39
N ₁ (50)	1,87	1,88	1,87	2,00	2,03	0,56	0,50	0,53	0,54	0,49	0,48	0,42	0,46	0,48	0,41
N ₂ (75)	1,93	2,00	2,03	2,12	2,02	0,54	0,50	0,50	0,49	0,54	0,45	0,41	0,42	0,38	0,44
N ₃ (100)	2,00	2,11	2,18	2,22	2,09	0,49	0,52	0,56	0,54	0,50	0,41	0,40	0,45	0,44	0,41
Stroh															
N ₀	0,33	0,30	0,30	0,26	0,32	1,42	1,56	1,69	1,85	1,86	0,10	0,08	0,08	0,05	0,05
N ₁	0,30	0,31	0,32	0,32	0,35	1,54	1,65	1,78	1,88	2,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
N ₂	0,40	0,34	0,39	0,42	0,41	1,71	1,89	2,01	2,10	2,10	0,09	0,05	0,05	0,07	0,05
N ₃	0,36	0,46	0,35	0,28	0,41	1,73	1,92	2,10	0,965	2,07	0,06	0,06	0,05	0,09	0,06

Rübenblattdüngung zu Winterweizen
 Rauisch - Holzhausen 1968/69 Feldversuch "Walzenberg a"
Nährstoffgehalte in Prozent zur ATM

Var. N-St.	Na					Ca					Mg				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
<u>Korn</u>															
N ₀	0,005	0,005	0,008	0,005	0,006	0,057	0,058	0,055	0,058	0,055	0,157	0,157	0,145	0,150	0,129
N ₁	0,005	0,005	0,005	0,005	0,007	0,057	0,064	0,062	0,063	0,062	0,150	0,143	0,160	0,162	0,135
N ₂	0,008	0,005	0,005	0,005	0,006	0,055	0,059	0,060	0,060	0,063	0,158	0,139	0,135	0,130	0,143
N ₃	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,066	0,070	0,068	0,065	0,062	0,137	0,139	0,142	0,149	0,137
<u>Stroh</u>															
N ₀	0,012	0,008	0,007	0,014	0,010	0,193	0,193	0,199	0,152	0,204	0,110	0,110	0,125	0,080	0,110
N ₁	0,008	0,009	0,009	0,007	0,015	0,198	0,190	0,204	0,189	0,182	0,090	0,110	0,110	0,110	0,140
N ₂	0,010	0,011	0,011	0,014	0,011	0,210	0,208	0,224	0,245	0,220	0,100	0,130	0,120	0,145	0,150
N ₃	0,012	0,013	0,007	0,010	0,009	0,215	0,263	0,203	0,184	0,226	0,120	0,120	0,115	0,125	0,140

Anhang 3 A.:

Rübenblattdüngung zu Sommergerste - 2. Nachwirkung
Raulisch - Holzhausen 1969/70, Vers. Walzenberg a₁

Nährstoffgehalt in % zur ATM

Var. N-St.	N					K					P				
	I -	II 50 Blatt	III 75 Bl.	IV 100 Bl.	V 75 Bl. + Kali	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
<u>Korn</u>															
N ₀ (0)	1,71	1,73	1,75	1,76	2,03	0,67	0,66	0,66	0,64	0,61	0,50	0,49	0,48	0,49	0,49
N ₁ (20)	1,76	1,74	1,82	1,90	1,98	0,62	0,63	0,62	0,61	0,61	0,48	0,48	0,47	0,49	0,48
N ₂ (40)	1,87	1,87	1,84	1,97	1,93	0,62	0,62	0,59	0,59	0,60	0,49	0,47	0,48	0,48	0,48
N ₃ (60)	1,95	1,96	2,03	2,09	1,97	0,62	0,62	0,60	0,60	0,61	0,48	0,47	0,49	0,46	0,48
<u>Stroh</u>															
N ₀	0,53	0,57	0,57	0,58	0,63	1,70	1,83	1,80	1,81	1,80	0,18	0,17	0,18	0,15	0,14
N ₁	0,54	0,61	0,58	0,66	0,64	1,77	1,82	1,85	1,92	1,90	0,16	0,15	0,17	0,16	0,15
N ₂	0,59	0,62	0,61	0,68	0,74	1,69	1,85	1,77	1,93	2,01	0,16	0,14	0,14	0,17	0,16
N ₃	0,64	0,72	0,70	0,74	0,63	1,85	2,13	2,04	2,12	1,89	0,15	0,15	0,13	0,15	0,17

Anhang 3 B:

Rübenblattdüngung zu Sommergerste - 2. Nachwirkung
 Raulisch - Holzhausen 1969/70, Vers. Walzenberg a,
 Nährstoffgehalt in Prozent zur ATM

Var. N-St.	I - 50 Blatt	II 75 Bl.	III 100 Bl.	IV 100 Bl.	V 75 Bl. + Kali	I II	Ca III	IV	V	I II	Mg III	IV	V
<u>Korn</u>													
N ₀	0,012	0,013	0,013	0,011	0,009	0,069	0,072	0,069	0,064	0,155	0,158	0,154	0,155
N ₁ (20)	0,012	0,012	0,011	0,011	0,010	0,070	0,065	0,068	0,065	0,150	0,150	0,148	0,150
N ₂ (40)	0,010	0,012	0,010	0,009	0,010	0,068	0,067	0,067	0,065	0,155	0,150	0,150	0,152
N ₃ (60)	0,012	0,012	0,010	0,012	0,012	0,067	0,073	0,065	0,071	0,148	0,149	0,150	0,152
<u>Stroh</u>													
N ₀	0,085	0,094	0,080	0,086	0,084	0,358	0,347	0,342	0,343	0,160	0,159	0,165	0,163
N ₁	0,086	0,094	0,110	0,109	0,109	0,334	0,315	0,328	0,317	0,159	0,160	0,168	0,162
N ₂	0,078	0,110	0,103	0,116	0,119	0,359	0,332	0,328	0,338	0,158	0,162	0,160	0,172
N ₃	0,092	0,112	0,108	0,133	0,092	0,339	0,341	0,347	0,324	0,162	0,179	0,174	0,164

Var. N-St.	N				K				P			
	I —	II 50 Blatt	III 75 Blatt	IV 100 Blatt	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Korn</u>												
N ₀	1,84	1,94	1,98	2,01	0,51	0,50	0,48	0,52	0,44	0,43	0,42	0,46
N ₁ (50)	1,91	2,04	2,11	2,18	0,44	0,44	0,45	0,51	0,37	0,36	0,39	0,40
N ₂ (75)	1,96	2,10	2,21	2,25	0,50	0,45	0,49	0,47	0,44	0,39	0,43	0,41
N ₃ (100)	2,12	2,28	2,36	2,32	0,43	0,51	0,50	0,49	0,38	0,42	0,42	0,41
<u>Stroh</u>												
N ₀	0,36	0,40	0,41	0,44	1,10	1,27	1,34	1,29	0,10	0,10	0,08	0,09
N ₁	0,41	0,46	0,55	0,54	1,14	1,39	1,44	1,42	0,08	0,08	0,08	0,07
N ₂	0,49	0,54	0,63	0,61	1,26	1,36	1,55	1,57	0,08	0,09	0,09	0,08
N ₃	0,54	0,61	0,67	0,64	1,32	1,40	1,70	1,53	0,08	0,08	0,08	0,08

Rauisch - Holzhausen 1969/70, Vers. Rainacker a,

Nährstoffgehalt in Prozent zur ATM

Var. N-St.	Na				Ca				Mg			
	I -	II 50 Blatt	III 75 Blatt	IV 100 Blatt	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Korn</u>												
N ₀	0,006	0,004	0,006	0,006	0,055	0,057	0,057	0,058	0,164	0,158	0,152	0,168
N ₁ (50)	0,005	0,005	0,005	0,004	0,054	0,058	0,059	0,065	0,135	0,139	0,145	0,175
N ₂ (75)	0,005	0,005	0,005	0,004	0,062	0,063	0,066	0,060	0,173	0,149	0,166	0,150
N ₃ (100)	0,006	0,005	0,006	0,005	0,060	0,068	0,068	0,065	0,141	0,165	0,165	0,165
<u>Stroh</u>												
N ₀	0,010	0,010	0,012	0,014	0,232	0,239	0,225	0,233	0,122	0,134	0,135	0,136
N ₁	0,011	0,013	0,011	0,016	0,259	0,241	0,259	0,232	0,133	0,143	0,157	0,143
N ₂	0,017	0,012	0,018	0,017	0,274	0,279	0,280	0,278	0,141	0,153	0,161	0,160
N ₃	0,011	0,012	0,021	0,017	0,263	0,270	0,218	0,243	0,139	0,155	0,155	0,155

Anhang 5 A. :

Rübenblattdüngung zu Sommerweizen

Rauisch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch

Nährstoffgehalte in % zur AIM

Var.	N				K				P			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
N-St.	- 250g Bl./gef.	500	750	750	-	250	500	750	-	250	500	750
<u>Korn</u>												
N ₀ (0)	1,96	2,00	2,00	1,95	0,57	0,49	0,54	0,53	0,57	0,57	0,57	0,53
N ₁ (2)	1,80	1,86	2,07	2,18	0,58	0,58	0,59	0,63	0,50	0,49	0,52	0,57
N ₂ (3)	2,45	2,67	2,66	2,97	0,60	0,61	0,65	0,60	0,56	0,54	0,55	0,54
N ₃ (4)	2,88	3,22	3,24	3,34	0,64	0,64	0,67	0,67	0,58	0,56	0,57	0,62
<u>Stroh</u>												
N ₀ (0)	0,37	0,37	0,29	0,33	0,96	0,84	1,17	1,48	0,11	0,07	0,08	0,10
N ₁ (2)	0,42	0,41	0,40	0,56	1,66	1,25	1,62	1,82	0,09	0,07	0,08	0,12
N ₂ (3)	0,56	0,62	0,66	0,73	2,03	2,64	2,35	2,69	0,12	0,10	0,11	0,14
N ₃ (4)	0,85	0,87	0,89	0,96	1,73	1,84	2,71	2,80	0,10	0,11	0,11	0,12

Anhang 5 B !

Rübenblattdüngung zu So-Weizen
 Rauisch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch
 Nährstoffgehalte in Prozent zur ATM

Varianten N-Stufe	Na				Ca				Mg			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Korn</u>												
N ₀	0,008	0,005	0,006	0,012	0,069	0,052	0,048	0,053	0,178	0,189	0,192	0,173
N ₁	0,009	0,005	0,007	0,005	0,050	0,060	0,046	0,057	0,132	0,133	0,134	0,147
N ₂	0,007	0,006	0,016	0,005	0,066	0,059	0,054	0,058	0,152	0,129	0,155	0,135
N ₃	0,006	0,006	0,007	0,006	0,068	0,077	0,078	0,079	0,152	0,152	0,163	0,177
<u>Stroh</u>												
N ₀	0,028	0,015	0,029	0,032	0,255	0,173	0,169	0,158	0,065	0,055	0,050	0,075
N ₁	0,021	0,022	0,028	0,021	0,263	0,279	0,258	0,299	0,095	0,060	0,090	0,085
N ₂	0,020	0,029	0,029	0,031	0,424	0,378	0,316	0,364	0,095	0,095	0,060	0,060
N ₃	0,017	0,022	0,046	0,030	0,429	0,438	0,500	0,469	0,100	0,105	0,085	0,080

Rübenblattdüngung zu Hafer

Rauisch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch

Nährstoffgehalte in % zur ATM

Var.	N				K				P			
N-St.	I - 250g Bl./Gef.	II 500	III 500	IV 750	I -	II 250	III 500	IV 750	I -	II 250	III 500	IV 750
<u>Korn</u>												
N ₀ (0)	1,75	1,47	2,01	2,36	0,46	0,50	0,49	0,46	0,46	0,44	0,41	0,43
N ₁ (2)	1,69	1,65	2,03	2,49	0,49	0,47	0,49	0,53	0,40	0,41	0,45	0,45
N ₂ (3)	1,56	1,72	2,30	2,70	0,50	0,50	0,52	0,53	0,44	0,44	0,48	0,49
N ₃ (4)	1,64	2,01	2,54	2,68	0,49	0,50	0,52	0,56	0,46	0,49	0,50	0,53
<u>Stroh</u>												
N ₀ (0)	0,27	0,26	0,39	0,50	2,85	2,08	2,55	3,06	0,33	0,22	0,24	0,30
N ₁ (2)	0,25	0,27	0,35	0,63	2,20	2,06	2,45	2,90	0,11	0,10	0,14	0,17
N ₂ (3)	0,29	0,28	0,50	0,78	2,55	2,53	3,73	4,18	0,11	0,10	0,14	0,14
N ₃ (4)	0,32	0,35	0,59	0,91	2,63	3,75	4,15	4,74	0,08	0,09	0,09	0,14

Anhang 6 B :

Rübenblattdüngung zu Hafer

Rauisch - Holzhausen 1968/69 Gefäßversuch

Nährstoffgehalte in Prozent zur ATM

Varianten N-Stufe	Na				Ca				Mg			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Korn</u>												
N ₀	0,006	0,006	0,006	0,006	0,078	0,075	0,108	0,072	0,163	0,159	0,145	0,158
N ₁	0,006	0,007	0,009	0,007	0,113	0,118	0,103	0,115	0,135	0,138	0,160	0,157
N ₂	0,006	0,010	0,008	0,007	0,117	0,113	0,109	0,115	0,145	0,160	0,172	0,165
N ₃	0,006	0,006	0,006	0,007	0,105	0,104	0,118	0,120	0,158	0,168	0,168	0,152
<u>Stroh</u>												
N ₀	0,065	0,080	0,093	0,110	0,375	0,390	0,400	0,300	0,100	0,100	0,063	0,150
N ₁	0,091	0,091	0,110	0,110	0,350	0,425	0,350	0,413	0,100	0,100	0,075	0,125
N ₂	0,074	0,089	0,089	0,098	0,488	0,500	0,525	0,500	0,150	0,150	0,150	0,200
N ₃	0,072	0,085	0,091	0,087	0,675	0,625	0,625	0,663	0,150	0,150	0,185	0,275

Anhang 7 A :

Rübenblattdüngung zu Hafer, 2. Nachwirkung

Rauisch - Holzhausen 1969/70, Gefäßvers.

Nährstoffgehalte in % zur ATM

Var. N-St.	N				K				P			
	I -	II 250g 81.	III 500	IV 750	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Korn</u>												
N ₀ (0)	1,63	1,67	1,62	1,46	0,69	0,73	0,75	0,74	0,44	0,45	0,46	0,44
N ₁ (1,5)	1,29	1,33	1,38	1,42	0,59	0,60	0,57	0,60	0,37	0,34	0,36	0,38
N ₂ (2,5)	1,71	1,78	1,84	1,80	0,60	0,56	0,59	0,57	0,40	0,39	0,42	0,41
N ₃ (3,5)	2,15	2,17	2,20	2,32	0,59	0,59	0,58	0,57	0,42	0,42	0,41	0,41
<u>Stroh</u>												
N ₀	0,29	0,29	0,28	0,25	4,55	5,47	5,07	5,12	0,62	0,63	0,64	0,59
N ₁	0,24	0,25	0,26	0,29	3,83	3,73	3,96	3,86	0,14	0,13	0,14	0,13
N ₂	0,31	0,36	0,41	0,36	3,79	3,65	4,14	3,88	0,07	0,07	0,08	0,07
N ₃	0,50	0,48	0,49	0,46	3,73	3,98	4,07	4,17	0,04	0,04	0,04	0,04

Rübenblattdüngung zu Hafer - 2. Nachwirkung

Rauisch - Holzhausen 1969/70, Gefäßvers.

Nährstoffgehalt in Prozent zur ATM

Varianten N-Stufe	Na				Ca				Mg			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Korn</u>												
N ₀ (0)	0,007	0,008	0,008	0,007	0,085	0,085	0,082	0,073	0,163	0,163	0,150	0,157
N ₁ (1,5)	0,008	0,008	0,008	0,007	0,088	0,085	0,085	0,088	0,119	0,118	0,119	0,122
N ₂ (2,5)	0,008	0,006	0,007	0,008	0,108	0,099	0,100	0,103	0,130	0,122	0,134	0,126
N ₃ (3,5)	0,007	0,008	0,007	0,008	0,114	0,109	0,113	0,104	0,134	0,132	0,132	0,127
<u>Stroh</u>												
N ₀	0,062	0,008	0,094	0,105	0,289	0,268	0,278	0,295	0,210	0,210	0,240	0,240
N ₁	0,110	0,100	0,116	0,114	0,285	0,313	0,327	0,345	0,095	0,080	0,105	0,090
N ₂	0,159	0,148	0,138	0,149	0,455	0,492	0,540	0,397	0,100	0,090	0,125	0,090
N ₃	0,175	0,177	0,143	0,160	0,660	0,605	0,630	0,695	0,120	0,120	0,140	0,120

Rauisch — Holzhausen 1969/70, Gefäßversuch

Nährstoffgehalt in % zur ATM

Var. N-St.	N				K				P			
	I — 250gBl./Gef.500	II 1,44	III 1,46	IV 1,50	I 0,58	II 0,58	III 0,57	IV 0,55	I 0,47	II 0,44	III 0,44	IV 0,44
Korn	N ₀ (0)	1,53	1,44	1,46	1,50	0,58	0,58	0,57	0,55	0,47	0,44	0,44
	N ₁ (2)	2,03	2,01	1,82	1,96	0,53	0,52	0,52	0,52	0,41	0,40	0,41
	N ₂ (3)	2,53	2,49	2,32	2,46	0,46	0,47	0,48	0,48	0,40	0,41	0,42
	N ₃ (4)	2,80	2,63	2,53	2,57	0,48	0,46	0,47	0,48	0,42	0,40	0,42
Stroh	N ₀	0,32	0,28	0,26	0,27	1,55	1,49	1,69	1,67	0,12	0,11	0,11
	N ₁	0,35	0,34	0,34	0,39	1,66	1,55	1,71	1,56	0,13	0,12	0,12
	N ₂	0,53	0,45	0,43	0,47	1,92	1,81	1,83	1,86	0,12	0,11	0,11
	N ₃	0,72	0,63	0,53	0,60	2,23	2,10	2,11	2,40	0,16	0,14	0,13

Rübenblattdüngung zu Winterweizen
 Rauisch - Holzhausen 1969/70, Gefäßversuch
Nährstoffgehalte in Prozent zur ATM

Varianten N-Stufe	Na				Ca				Mg			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<u>Korn</u>												
N ₀ (0)	0,005	0,006	0,007	0,005	0,044	0,050	0,044	0,043	0,166	0,137	0,150	0,147
N ₁ (2,5)	0,006	0,005	0,005	0,005	0,053	0,044	0,044	0,040	0,123	0,135	0,137	0,148
N ₂ (3,5)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,050	0,048	0,048	0,048	0,133	0,133	0,141	0,147
N ₃ (4,5)	0,006	0,006	0,006	0,006	0,073	0,065	0,063	0,064	0,141	0,140	0,140	0,145
<u>Stroh</u>												
N ₀	0,024	0,020	0,015	0,015	0,187	0,118	0,107	0,108	0,134	0,113	0,137	0,130
N ₁	0,022	0,026	0,026	0,015	0,275	0,220	0,214	0,215	0,118	0,124	0,127	0,137
N ₂	0,026	0,024	0,024	0,030	0,418	0,327	0,315	0,285	0,147	0,140	0,135	0,145
N ₃	0,047	0,066	0,066	0,069	0,720	0,700	0,645	0,540	0,165	0,169	0,174	0,181

Angaben in mg/100g Boden

Versuch Walzenberg a₁ 1969 zu Winterweizen → Hauptwirkung

Var.	I ohne Rübenblatt				II 50 dz/ha Rübenblatt				III 75 dz/ha			
	C	N	C/N	K ₂ O P ₂ O ₅ pH	C	N	C/N	K ₂ O P ₂ O ₅ pH	C	N	C/N	K ₂ O P ₂ O ₅ pH
N ₀ (0)	1220	99,8	12,2	25,6 24,1 6,35	970	100,5	9,7	24,4 21,9 6,39	1070	103,3	10,4	28,6 20,4 6,49
N ₁ (50)	1070	100,9	10,6	22,2 25,0 6,38	1030	105,5	9,8	24,7 22,8 6,45	1090	105,5	10,3	28,1 22,3 6,50
N ₂ (75)	990	101,9	9,7	25,4 28,6 6,54	980	97,7	10,0	22,3 20,8 6,46	1140	103,3	11,0	27,8 21,6 6,51
N ₃ (100)	1230	100,5	12,2	23,3 24,0 6,40	1080	102,3	10,6	26,2 21,1 6,49	1080	101,9	10,6	26,1 21,6 6,59
M	1128	100,8	11,2	24,1 25,4 6,42	1015	101,5	10,0	24,4 21,7 6,45	1095	103,5	10,6	27,7 21,5 6,52

Var.	IV 100 dz/ha				V 75dz/ha für Kaliwirkung mit N ₂ (75)			
	C	N	C/N	K ₂ O P ₂ O ₅ pH	C	N	C/N	K ₂ O P ₂ O ₅ pH
N ₀	1100	105,5	10,4	33,0 21,2 6,63	1080	104,7	10,3	26,8 18,5 6,45
N ₁	1170	109,7	10,7	29,4 22,7 6,59	1120	105,5	10,6	29,0 20,7 6,62
N ₂	1130	105,8	10,7	27,2 21,7 6,73	1170	108,3	10,8	29,2 20,7 6,54
N ₃	1030	102,3	10,1	27,7 21,8 6,63	1110	107,6	10,3	27,6 19,9 6,51
M	1108	105,8	10,5	29,3 21,9 6,65	1120	106,5	10,5	28,2 20,0 6,53

Anhang 9 B :

Bodenanalysen zur Versuchsreihe: Rübenblattdüngung im Feldversuch

Angaben in mg/100g Boden

Versuch Walzenberg a, 1970 zu Sommergerste - Nachwirkung

Var.	I ohne Rübenblatt					II 50 dz/ha Rübenblatt					III 75 dz/ha				
	C	N	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH	C	N	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH	C	N	C/N
N ₀ (0)	980	97,1	10,1	28,7	26,6	6,42	1050	99,2	10,6	28,9	25,2	6,51	930	99,6	9,3
N ₁ (20)	960	101,7	9,3	25,6	25,8	6,50	970	101,0	9,6	25,5	23,3	6,44	920	102,4	9,0
N ₂ (40)	970	101,4	9,6	26,2	28,3	6,48	1040	99,6	10,4	25,3	23,7	6,50	1010	104,5	9,7
N ₃ (60)	870	96,4	9,0	24,8	26,9	6,49	1080	100,0	10,8	27,3	24,9	6,52	980	101,0	9,7
M	943	99,2	9,5	26,3	26,9	6,47	1036	100,0	10,4	26,8	24,3	6,49	960	101,9	9,4

Var.	IV 100 dz/ha					V 75dz/ha für Kaliwirkung mit N ₂ (40)						
N ₀	890	98,2	9,1	31,2	24,1	6,52	1020	103,1	9,9	26,0	22,1	6,53
N ₁	980	102,4	9,6	31,6	26,0	6,54	1100	103,8	10,6	30,1	22,1	6,56
N ₂	1050	104,5	10,0	29,6	23,6	6,52	1130	102,8	11,0	31,2	24,6	6,59
N ₃	910	102,4	8,9	31,5	24,4	6,57	940	101,7	9,2	34,0	23,0	6,56
M	958	101,9	9,4	31,0	24,5	6,54	1048	102,9	10,2	30,3	23,0	6,56

Boden-Analysen zur Versuchsreihe: Rübenblattdüngung im Feldversuch

Versuch Rainacker a, 1970 zu Winterweizen - Hauptwirkung

Var.	I ohne Rübenblatt					II 50 dz/ha Rübenblatt					III 75 dz/ha				
	C	N	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅ pH	C	N	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅ pH	C	N	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅ pH
N ₀ (0)	980	105,0	9,3	28,0	24,5 6,89	1020	107,2	9,5	30,9	25,3 6,91	1010	107,2	9,4	32,1	23,9 6,87
N ₁ (50)	990	107,9	9,2	26,5	26,4 6,94	1030	103,2	10,0	31,6	26,1 6,89	1030	110,7	9,3	30,9	23,5 6,84
N ₂ (75)	960	103,6	9,3	26,2	25,0 6,86	1020	108,6	9,4	29,6	23,5 6,86	1020	110,4	9,2	32,6	23,0 6,88
N ₃ (100)	1000	105,4	9,5	25,8	24,2 6,83	1050	112,5	9,3	33,1	27,5 6,93	1000	109,0	9,2	31,5	23,4 6,86
M	983	105,5	9,3	26,6	25,1 6,88	1030	107,9	9,6	31,3	25,6 6,90	1015	109,3	9,3	31,8	23,5 6,86
Var.	IV 100 dz/ha														
N ₀	1080	113,6	9,5	37,9	25,1 6,92										
N ₁	1020	111,5	9,1	33,9	22,6 6,93										
N ₂	1040	112,4	9,3	32,2	23,1 6,95										
N ₃	1040	110,7	9,4	33,5	22,5 6,92										
M	1045	112,1	9,3	34,4	23,3 6,93										

Anhang 10:

Boden-Analysen zur Versuchsreihe: Rübenblattdüngung im Gefäßversuch 1969/70

Angaben in mg/100g Boden

N-St.	Var.	I ohne Rübenblatt					II 250g/Gefäß Rübenblatt					III 500g/Gf.					IV 750g/Gf.				
		C	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH	C	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH	C	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH	C	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH
A. 1969 zu Hafer - Hauptwirkung																					
N ₀ (0)	640	62,5	42,4	29,7	6,48	700	66,7	52,4	30,6	6,57	770	72,3	58,0	30,4	6,44	700	76,2	55,2	29,8	6,50	
N ₁ (2)	730	66,7	27,6	24,5	6,59	670	68,5	38,4	26,8	6,59	720	74,1	41,2	24,2	6,51	760	82,1	40,8	23,4	6,57	
N ₂ (3)	630	66,0	24,0	23,7	6,63	720	69,9	34,0	24,8	6,77	710	80,8	35,2	25,0	6,76	800	78,6	32,8	24,6	6,74	
N ₃ (4)	610	66,3	23,6	25,0	7,00	710	70,2	26,4	24,3	6,90	780	74,4	31,2	24,7	6,94	790	79,6	34,0	25,1	6,90	
M	653	65,4	29,4	28,7	6,73	700	68,8	37,8	26,6	6,71	738	75,4	41,4	26,1	6,66	753	79,9	40,7	25,7	6,68	
B. 1970 zu Hafer - Nachwirkung																					
N ₀ (0)	710	60,8	67,4	36,4	6,51	710	66,4	72,0	35,5	6,50	770	70,9	76,6	36,6	6,58	810	73,4	82,0	37,5	6,54	
N ₁ (1,5)	810	65,0	28,8	28,3	6,85	870	72,0	34,9	27,9	6,92	860	72,7	41,6	27,6	6,92	960	76,1	40,4	28,4	6,97	
N ₂ (2,5)	830	68,5	20,0	25,3	7,07	860	72,7	26,1	26,4	7,16	950	76,1	28,8	25,7	7,15	850	76,1	40,8	28,0	7,13	
N ₃ (3,5)	880	69,9	21,0	25,2	7,19	860	72,7	24,4	26,7	7,26	790	76,1	27,6	25,9	7,32	980	76,1	31,2	27,7	7,24	
M	808	66,2	34,3	28,8	6,91	825	71,0	39,3	29,1	6,96	843	74,0	43,7	29,0	6,99	908	75,4	48,6	30,4	6,97	
C. 1970 zu Winterweizen - Hauptwirkung																					
N ₀ (0)	660	62,2	50,4	31,6	6,56	730	66,2	66,6	31,0	6,57	760	70,4	73,0	32,1	6,61	780	74,6	79,6	31,2	6,66	
N ₁ (2)	750	66,2	34,2	27,3	7,00	790	71,1	41,2	28,0	6,97	800	73,9	49,0	26,7	6,92	850	80,8	55,2	26,6	7,02	
N ₂ (3)	760	66,2	33,0	27,9	7,04	760	73,2	40,4	27,3	6,98	840	77,0	46,6	22,1	7,17	890	82,2	51,0	30,2	7,15	
N ₃ (4)	730	69,7	31,0	27,3	7,00	760	73,2	38,0	26,8	7,09	810	77,7	43,2	27,5	7,19	860	83,6	46,4	27,6	7,09	
M	725	66,1	37,2	28,5	6,90	765	70,9	46,5	28,8	6,90	803	74,8	53,0	27,1	6,99	845	80,3	59,1	28,9	6,98	

An dieser Stelle möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Dr.h.c. E. von Boguslawski, für die Überlassung des Themas und für seine wertvollen Anregungen danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. J. Debruck für seine beständige Hilfsbereitschaft und Führung während der ganzen Versuchsperiode, sowie bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Wertvolle Unterstützung fand ich bei Frau.Prof. A. Vömel, bei der Versuchsanstellung der Gefäßversuche, während Herr Dr. Döll in dankenswerter Weise die ^{15}N -Analyse durchführte.

Weiterhin danke ich allen Damen und Herren des Versuchsfeldes und der Gefäßstation Rauisch-Holzhausen für ihre stete Hilfsbereitschaft bei der Durchführung der Versuche.

L e b e n s l a u f

Ich, Habibollah Davari wurde als Sohn des Beamten Abdolhussein Davari und seiner Ehefrau Massume Nejatbachsch am 20.1.1936 in Teheran/Iran geboren. Den Schulbesuch ab 1943 beendete ich mit dem Abitur 1955 an der Oberschule Saadi in Isfahan/Iran im Naturwissenschaftlichen Zweig.

1958 begann ich durch den Iranisch-Tschechoslowakischen Kulturaustausch mein landwirtschaftliches Studium in Prag an der Universität "17. November". Zuvor nahm ich an einem 1-jährigen Sprachkursus teil. Das Studium beendete ich 1964 mit dem M.S. (Master of science) der Landwirtschaft. Anschließend arbeitete ich ein Jahr im Rahmen der Tropischen- und Subtropischen Pflanzen in der Welt-Landwirtschaftsabteilung der genannten Fakultät.

Nach Rückkehr in den Iran war ich drei Jahre im Auftrag des Iranischen Landwirtschaftsministeriums für ein Zuckerrübenbauprojekt tätig.

Zur Erlangung des Doktorgrades in Deutschland belegte ich im Wintersemester 1968/69 einen deutschen Sprachkursus in Gießen und bin nach Abschluß desselben als Doktorand am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität Gießen mit der Fertigstellung vorliegender Arbeit beschäftigt.

**FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelplad 32/Ecke Ludwigstraße
Telefon 0641-77449**